

Über die Entwicklung
des sekundären Geschlechterverhältnisses
in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren
unter besonderer Berücksichtigung
der Situation von Piloten

Wolfgang Müller-Goldbeck

Diss
Mama
1905



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Physiologischen Institut der
Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Über die Entwicklung des sekundären Geschlechter-
verhältnisses in Abhängigkeit von verschiedenen
Faktoren unter besonderer Berücksichtigung der
Situation von Piloten

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
dem Fachbereich Medizin vorgelegt

von Wolfgang Müller-Goldbeck
aus Klein-Mimmelage

Mainz, 1984

Dekan: Professor Dr. J. Michaelis

1. Gutachter: Professor Dr. R. von Baumgarten

2. Gutachter: Professor Dr. G. Böhmer

Tag der Promotion: 10. April 1985

Mein Dank gilt zuerst Herrn Professor Dr. Rudolf von Baumgarten, dem ich für die Überlassung des Themas und seine Ermutigung danke.

Auch der britischen Royal Air Force, insbesondere Herrn Dr. Alan J. Benson vom RAF Institute of Aviation Medicine, sowie Herrn R.E. Thomas vom Ministry of Defence, gilt mein besonderer Dank für die freundliche Unterstützung meiner Arbeit.

Meiner Ehefrau Evelin danke ich für ihr stets geduldiges Verständnis.

Ich widme diese Arbeit meinen lieben Eltern.

GLIEDERUNG

I-III

1.	Einleitung.....	1
2.	Physische und Psychische Belastungen von fliegendem Personal im Lichte möglicher Auswirkungen auf die Fortpflanzungs- fähigkeit.....	8
2.1.	Vibrationen.....	8
2.2.	Auswirkungen der Beschleunigung: G-Kräfte.....	10
2.3.	Flughöhe.....	12
2.4.	Psychische Belastungen, Angst.....	13
2.5.	Kinetose.....	13
2.6.	Lärm.....	14
2.7.	Spezielle Belastungen für fliegendes Personal in Hub- schraubern.....	14
3.	Sekundäres Geschlechterverhältnis in der Nachkommenschaft von fliegendem Personal.....	15
3.1.	Vorbemerkungen.....	15
3.2.	Untersuchungen zur Sexratio der Nachkommen von Piloten.	16
3.2.1.	Richard G. Snyder: The Sex Ratio of Offspring of Pilots of High Performance Military Aircraft (1961)..	18
3.2.1.a)	Grundgesamtheit.....	18
3.2.1.b)	Design.....	18
3.2.1.c)	Ergebnisse.....	19
3.2.2.	H. P. Goerres und K. Gerbert: Sex Ratio in Offspring of Pilots: A Contribution to Stress Research (1976)..	22
3.2.2.a)	Grundgesamtheit.....	22
3.2.2.b)	Design.....	22
3.2.2.c)	Ergebnisse.....	24

3.2.3. Untersuchung zur Sexratio in der Nachkommenschaft von Piloten der Royal Air Force (1984).....	28
3.2.3.a) Grundgesamtheit.....	28
3.2.3.b) Design.....	28
3.2.3.c) Ergebnisse.....	30
3.3. Diskussion der Ergebnisse.....	34

4. Weitere Faktoren mit Einfluß auf die Sexratio im Literatur- überblick.....	41
4.1. Einfluß des Zeitpunktes der Insemination im Verhältnis zur Ovulation auf das Geschlechterverhältnis.....	41
4.2. Geburtenrang und sekundäres Geschlechterverhältnis....	42
4.3. Geburtenrang, sekundäre Sexratio und Alter der Eltern.	43
4.4. Soziale Einflußfaktoren auf das Geschlechterverhältnis	45
4.5. Sexratio und Ovulationsstörungen.....	46
4.6. Sexratio und Oligospermie.....	46
4.7. Sexratio und Gonadotropinspiegel(FSH, LH).....	46
4.8. Sexratio und Blutgruppe der Mutter.....	47
4.9. Hepatitisinfektion und Auswirkung auf die Sexratio....	48
4.10.Tabakgenuß der Mutter und Geschlechterverhältnis.....	49
4.11.Einfluß von Krieg und Frieden auf die Entwicklung des sekundären Geschlechterverhältnisses.....	50
4.12.Sexratio und saisonale Einflüsse.....	53
4.13.Umweltbelastungen und Sexratio.....	55
4.14.Umwelt und Geschlechterverhältnis: Wetterphänomene, Wasserstatus.....	56
4.15.Schwankungen der Sexratio: Geographische Besonder- heiten.....	57

4.16.	Berufsspezifische Wirkungen auf das Geschlechter- verhältnis der Nachkommen: Anaesthesisten.....	57
4.17.	Berufsspezifische Wirkungen auf das Geschlechter- verhältnis der Nachkommen: Taucher.....	58
5.	Schlußbetrachtung.....	59
6.	Literaturverzeichnis.....	60
7.	Anhang.....	72
8.	Lebenslauf.....	73

1. EINLEITUNG

Das Geschlechterverhältnis, die Sexratio, war schon vor mehr als 100 Jahren Gegenstand wissenschaftlicher Forschung. (DARWIN 1871) Es bezeichnet allgemein die auf je 100 weibliche Organismen entfallende Zahl an männlichen Organismen. Im gleichen Sinne wird das Verhältnis der beiden Geschlechter als die auf e i n Mädchen entfallende Zahl der Jungen als Dezimalbruch der Form 1,.. ausgedrückt.

Es muß zwischen dem germinativen Geschlechterverhältnis, das das Verhältnis von männlichen zu weiblichen Embryonen unmittelbar nach der Konzeption angibt (primäre Sexratio), und dem natalen Geschlechterverhältnis, welches das Verhältnis von Knaben und Mädchen bei der Geburt beziffert (sekundäre Sexratio), unterschieden werden.

Beim Menschen wird wie bei allen Säugetieren das Geschlecht durch das befruchtende Spermatozoon bestimmt. Wenn dieses ein Geschlechtschromosom führt, das mit dem der Eizelle übereinstimmt (X-Spermium, Gynäkospermatozoe), entsteht ein weiblicher Organismus; führt das Spermium aber das gegenüber dem X-Chromosom sehr viel kleinere Y-Chromosom (Y-Spermium, Androspermatozoe), so entsteht ein männlicher Organismus.

Nach den Erkenntnissen über die humangenetischen Zellteilungsmechanismen entstehen bei der Spermatogenese stets gleich viele Spermatiden mit einem Y-Chromosom wie Spermatiden mit einem X-Chromosom. Demnach ist theoretisch die gleiche Anzahl männlicher und weiblicher Nachkommen zu erwarten.

Es ist jedoch eine altbekannte Tatsache, daß in aller Regel mehr Jungen als Mädchen geboren werden. Abgesehen von einigen beobachteten Abweichungen bei einzelnen Rassen oder Stämmen wird die sekundäre Sexratio für nahezu alle Populationen mit einem Wert von 105 - 106 angegeben. (PFAUNDLER, 1935; MacMAHON und PUGH, 1953; BOCHKOV und KOSTROVA, 1973; GOLOVACEV, 1976; SNYDER, 1961; POTASHNIK et al., 1983)

Die sekundäre Sexratio ergibt sich aus dem Geschlechterverhältnis der gezeugten abzüglich der intrauterin absterbenden Früchte; ALBERMAN und CREASY (1975) sowie JAMES (1970) nehmen bei ca. 50% aller Konzeptionen einen nachfolgenden Abort an. Eindeutige Werte über das primäre Geschlechterverhältnis liegen nicht vor.

Die Ergebnisse der Studien zu diesem Thema zeigen jedoch, daß die primäre Sexratio einen wesentlich höheren Wert als die sekundäre hat. PFAUNDLER (1936) nahm für die primäre Sexratio Werte um 150 an. Er bediente sich in seinen Untersuchungen zur intrauterinen Absterbeordnung der Fehlgeburtenstatistik und fand, als er in der Schwangerschaftszeit zurückging, bei den jeweils vorhandenen Keimen eine Zunahme des Geschlechterverhältnisses, so daß sich durch Extrapolation ein Wert von 150 für die primäre Sexratio ergab.

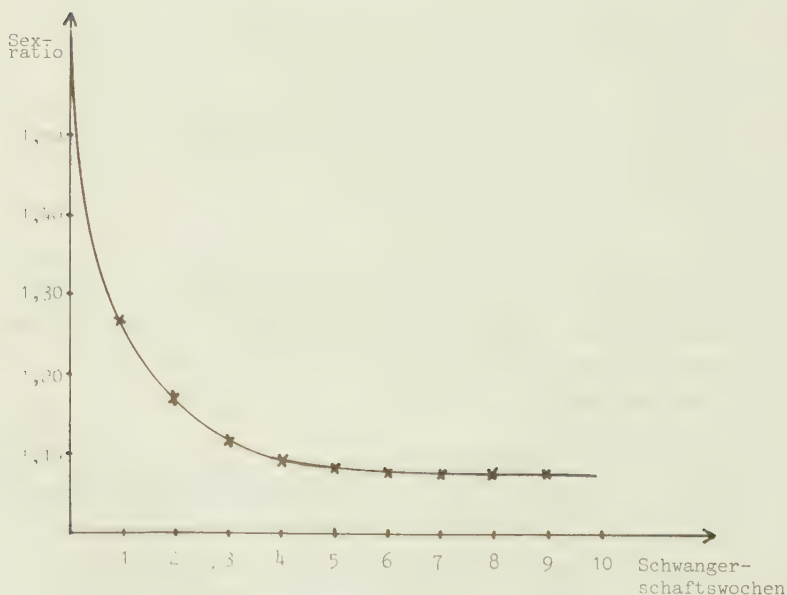


Abb. 1: Das Absinken des Überschusses der männlichen Keime des Menschen während der Schwangerschaft, nach PFAUNDLER (1936)

Ältere Untersuchungen bei Säugetieren ergaben ähnliche Werte. Für Schwein und Pferd schätzte PARKES (1926) die primäre Sexratio auf 150, KING (1927) fand für Ratten Werte der gleichen Größenordnung. Beim Schaf lag die primäre Sexratio nach Untersuchungen von HENNING (1934) bei ungefähr 100, wie auch neuere Untersuchungen bei Kaninchen, Schwein und Maus nur unwesentliche Abweichungen von einem 1:1-Verhältnis zeigten. (KAUFMANN, 1973; FECHHEIMER und BEATTY, 1974)

Obwohl die Meinungen über die primäre Sexratio beim Menschen weit auseinandergehen, liegt die Mehrzahl der Schätzungen im Bereich zwischen 120 und 150. Die Zahlenangaben schwanken je nach Nachweismethode beträchtlich. (RUSSEL, 1936; MacMAHON und PUGH, 1953; WAGNER, 1958; TRICOMI, 1960; SASAKI et al., 1967; MIKAMO, 1969; BOCHKOV und KOSTROVA, 1973) Einige Untersuchungen basieren auf Karyogrammen. (CARR, 1971; SASAKI et al., 1967; KAJI, 1973)

Die Autoren stellen fest, daß in der Frühschwangerschaft abgegangene Aborte häufig Aberrationen an den Geschlechtschromosomen aufweisen. Nach BROER und KAISER (1978) zeigen weiblich determinierte Abgänge (XX) 30% mehr Chromosomenanomalien als männlich determinierte (XY); dieses wird von HYTTEN (1982) und LYSTER (1973) bestätigt, die ebenfalls bei den frühen genetisch bedingten Aborten einen deutlichen Überschuß an weiblichen Leibesfrüchten registrierten und die primäre Sexratio am Ende des ersten Trimenons auf ungefähr 120 einschätzten.

Durch Karyogramme von Amnionzellen nach Amniozentesen am eigenen Krankengut sowie unter Zuhilfenahme einer Sammelstatistik der Deutschen Forschungsgemeinschaft stellen BROER und KAISER (1978) je nach Gestationsalter unterschiedliche Relationen fest.
(s. Tab. 1)

Schwangerschaftswoche	♂	♀	Sexratio
10. - 15.	195	100	1,95
15. - 20.	1016	1011	1,01
20. - 37.	77	100	1,30

Tabelle 1: Primäre Sexratio von Aborten aufgrund von Chromosomenanalysen

Im weiteren Verlauf der intrauterinen Entwicklung der Feten sind die männlichen Früchte infolge einer größeren Empfindlichkeit stärker gefährdet und entsprechend bei den späten Aborten und den Totgeburten überproportional repräsentiert, so daß der relativ größere Verlust an weiblich determinierten Abgängen im ersten Trimenon durch die nachfolgende höhere Absterbequote von männlichen Früchten mehr als wettgemacht wird, wodurch letztendlich die sekundäre Sexratio mit dem Normalwert von ca. 106 unter den Wert der primären Sexratio fällt. (HYTTEN, 1982; MAIER, 1980) Auf diese Übersterblichkeit der männlichen Keime im Verlauf der Schwangerschaft hatte als einer der ersten bereits der Mathematiker BERNOULLI 1840/41 hingewiesen.

Da die Knabensterblichkeit während der Kindheit die der Mädchen übersteigt, reduziert sich das Geschlechterverhältnis auf ca. 100 (entsprechend 1:1) und bleibt in der Altersspanne von 20-50 Jahren ziemlich konstant. Diesen Umstand hatte bereits 1661 GRAUNT als bemerkenswert hervorgehoben. Vom biologischen Standpunkt aus ist eine Sexratio von 100 zur Zeit der Fortpflanzungsfähigkeit sehr sinnvoll, weil so die Wahrscheinlichkeit der Inzucht minimiert wird. Nach den mittleren Lebensjahren steigt die Sterblichkeit der Männer erneut an, so daß im hohen Alter nur noch 20 bis 30 Männer auf 100 Frauen kommen. (HYTTEN, 1982)

Da bei der Spermiogenese gleiche Mengen von X- und Y-Chromosomen entstehen und die primäre Sexratio dennoch weit über 100 liegt,

ist dieses nur mit größeren Befruchtungschancen der Androspermatozoen zu erklären. Diesen im einzelnen noch nicht aufgeklärten Wettbewerb beider Spermientypen bezeichnet man als Zertation. SHETTLES (1960, 1970) stellt fest, daß es zwei Formen von Spermatozoen gibt, und zwar kleine rundköpfige das männliche Y-Chromosom enthaltende einerseits sowie große ovale mit dem X-Chromosom. Die Relation von Y- zu X-Spermien gibt er mit 2:1 an.

Die kleinen rundköpfigen Y-Spermatozoen sollen infolge einer leichteren Beweglichkeit schneller durch den weiblichen Genitaltrakt migrieren. Sie benötigen ca. 1-3 Stunden für die Wanderung durch den Uterus bis zur Ampulla tubae uterinae; die größeren X-Spermatozoen brauchen geringfügig länger. Sie bleiben im weiblichen Genitaltrakt 24-72 Stunden befruchtungsfähig. (LEONHARDT, 1981) Die größere Beweglichkeit der Y-Spermatozoen gegenüber den X-Spermatozoen kann als gesichert angesehen werden. (ROBERTS, 1978; HOFFMANN, 1979)

Bezüglich der Spermatozoenselektion ist eine weitere Möglichkeit zur Erklärung des physiologischen Knabenüberschusses bekannt. Es hat sich mit Sicherheit gezeigt, daß die Spermien chemotaktisch reagieren, d.h. auf die physikochemischen Eigenschaften ihrer unmittelbaren Umgebung. Insbesondere kommt dem pH-Wert in den mütterlichen Geschlechtswegen eine besondere Bedeutung zu: in saurer Umgebung, z.B. Vaginalmilieu, sind die Spermien in ihrer Beweglichkeit gehemmt, während der alkalische Zervixschleim fördernden Einfluß auf die Spermienbeweglichkeit hat. Hinsichtlich dieses Verhaltens unterscheiden sich die beiden Spermienarten voneinander, denn schon die frühen Befunde UNTERBERGERS (1930, 1932) zeigten, daß nach Spülung der weiblichen Geschlechtswege vor der Kohabitation mit basischen Flüssigkeiten (NaHCO_3) ausschließlich Knabengeburten erzielt werden konnten. Nach LUDWIG und BOOST (1940) sind diese Daten statistisch gesichert, denn "(..) eine lückenlose Serie von 53 Knabengeburten wäre zufallsmäßig nur einmal unter 10^{12} Fällen zu erwarten." (S. 1)

Die Erkenntnisse UNTERBERGERS finden bis in die heutige Zeit ihren Niederschlag in Form eines "Vaginaldouching", wie es von SHETTLES (1970) empfohlen wird, um eine Geschlechter-Präselektion steuern zu können. In Tabelle 2 sind diejenigen Faktoren wiedergegeben, mit denen nach SHETTLES Auffassung eine derartige Präselektion durchführbar ist.

K n a b e n	M ä d c h e n
Kohabitation am Ovulationstag	Kohabitation nicht später als 2 Tage vor der Ovulation
Kohabitation nach alkalischer Vaginalspülung	Kohabitation nach saurer Vaginalspülung
weiblicher Orgasmus vor oder gleichzeitig mit männlichem Orgasmus	kein weiblicher Orgasmus
Vaginalpenetration a tergo, Spermien dicht in Portionähe	frontale Kohabitation
tiefe männliche Penetration	weniger tiefe männliche Penetration
Abstinenz vom Zyklusbeginn bis zum Ovulationstag, Erhöhung der Spermienzahl	keine Abstinenz bis zur Kohabitation, diese zwei bis drei Tage vor der Ovulation

Tabelle 2: Möglichkeiten zur Geschlechts-Präselektion nach SHETTLES (1970)

Bei 22 in diesen Praktiken unterwiesenen Ehepaaren wurde 19mal das gewünschte männliche, bei 19 Ehepaaren 16mal das gewünschte weibliche Geschlecht erreicht. RORVIK und SHETTLES (1977) geben eine Erfolgsquote von 86,7% an. SEGUY (1975) gibt bei diesem Vorgehen 77% Erfolge an und VEAR (1977) berichtet über eine 100%ige Erfolgsquote bei 10 Schwangerschaften, aus denen acht Mädchen und zwei Jungen genau dem Elternwunsch entsprechend hervorgingen.

Welche Mechanismen tatsächlich zur Bildung des physiologischen Knabenüberschusses führen, ist im einzelnen noch nicht eindeutig geklärt.

"Die höhere Rate von Knabengeburten ist offenbar durch ein multifaktorielles Geschehen bedingt, bei dem eine mutmaßlich erhöhte Quote weiblich determinierter, genetisch bedingter Aborte sowie eine höhere Frequenz von Y-Spermatozoen im Zervixmukus eine Rolle spielen." (BROER und KAISER, 1978, S. 569)

Neben den in Tabelle 2 aufgeführten Faktoren, die die Ausbildung eines bestimmten Geschlechts begünstigen sollen, finden sich in einer umfangreichen Menge von Literatur weitere zum Teil noch wenig erforschte biologische und Umweltfaktoren, denen ein teilweise gesetzmäßiger Einfluß auf die Geschlechterverteilung zugeschrieben wird.

Dabei ist das Phänomen der erniedrigten Sexratio bei Nachkommen von Piloten nur ein Aspekt unter vielen; dieser Punkt stellt das Thema der vorliegenden Arbeit dar und soll im folgenden ausführlich behandelt werden. Im Anschluß daran werden weitere bekannte Einflußfaktoren auf die sekundäre Sexratio - gesicherte wie auch vermutete - dargestellt.

2. PHYSISCHE UND PSYCHISCHE BELASTUNGEN VON FLIEGENDEM PERSONAL IM LICHT MÖGLICHER AUSWIRKUNGEN AUF DIE FORTPFLANZUNGSFÄHIGKEIT

2.1. Vibrationen

Aus den verschiedensten Gründen treten während des Fliegens Vibrationen auf: Zum einen die durch den Antrieb übertragenen Schwingungen und zum anderen die durch Luftturbulenzen sowie andere, unten näher bei den einzelnen Flugzeugtypen besprochene spezifische Eigentümlichkeiten übertragenen Schwingungsfrequenzen.

Bei Passagierjets und Transportflugzeugen sind die Intensitäten der Vibrationen, die normalerweise während des Fluges auftreten, nicht groß genug, um bekannte spezifische physiologische Effekte im Körper auszulösen.

Anders verhält es sich bei Helicoptern und Hochleistungskampfflugzeugen; diese erzeugen für den Menschen belastende Schwingungen, wobei jeweils verschiedene Organe und Organsysteme, je nach Dauer und Intensität, betroffen sind.

Helicopter vibrieren in allen Hauptachsen, die Frequenzen hängen von der Rotationsgeschwindigkeit der Hauptrotorblätter ab, wobei neben den hörbaren Vibrationen vor allem Schwingungen im Infraschallbereich (<10 Hz) auf den Körper einwirken.

Sehr viel variabler sind die Belastungen, denen die Besatzungen von Hochleistungskampfflugzeugen ausgesetzt sind, da hier wesentlich mehr Vibrationsquellen vorhanden sind. Um der Radaraufspürung zu entgehen, müssen strategische und taktische Aufträge oft in turbulenzreichen Höhen von weniger als 100 Metern mit nahezu Schallgeschwindigkeit oder im Überschallbereich geflogen werden, wobei hohe, energiereiche Schwingungen entstehen.

Bei Geschwindigkeiten über 400 Knoten sind zur Überwindung des Luftwiderstandes sehr hohe Triebwerksleistungen nötig, wobei sehr intensive struktureigene Schwingungen durch die Triebwerke auftreten. Hinzu kommen atmosphärische Turbulenzen, die in niedrigen Höhen besonders stark sind, und die in ihrer Größe von Luftdruck und -temperatur abhängig sind und sich in zusätzlichen Schwingungen - in Relation zur jeweiligen Fluggeschwindigkeit - auswirken.

Es treten dabei unregelmäßige Schläge von niedriger Frequenz, meist in der z-Achse, von großer Amplitude und unregelmäßiger Wellenform auf. Die auf die Mannschaft des Flugzeuges übertragenen Vibrationen hängen von der jeweiligen Charakteristik des Flugzeuges ab, und weil zusätzlich zu den oben genannten Einwirkungen auch noch Belastungen durch das Abfeuern von großkalibrigen Waffen wie Maschinengewehren oder Kanonen in Form von Stößen und Schlägen entstehen, unterliegen Piloten von Hochleistungskampfflugzeugen sehr ausgeprägten Schwingungseinwirkungen.

Die Folgen der Vibrationen, die hauptsächlich durch ihre Resonanzwirkung auf den gesamten Körper bzw. auf einzelne Organe oder Gewebe gefährlich sind, stellen sich für unterschiedliche Frequenzen verschieden dar:

- 4-5 Hz erzeugen Resonanz vor allem im Bereich des Thorax und des Abdomen sowie im Schultergürtel und den großen Gefäßen
- 11-14 Hz bewirken durch Resonanz eine axiale Kompression des Körpers, wodurch insbesondere die Wirbelsäule belastet wird
- 17-25 Hz führen zu einer Oszillation des Kopfes
- 30-40 Hz bewirken eine Resonanz der Augäpfel
- 60 Hz entspricht der Resonanzfrequenz der Brustwand

Die subjektiven Folgen dieser Schwingungen werden abhängig vom Frequenzbereich erlebt als:

- Müdigkeit, Muskelschmerzen, Rückenschmerzen und Kopfschmerzen bei 8-15 Hz
- Bauchschmerzen durch Dehnung und Deformation des Intestinums und Mesenteriums bei Schwingungen mit großer Amplitude; infolge einer Dehnung der Parietalgewebe treten Schmerzen in der Brust auf. Außerdem kommt es zu ausgeprägten Beschwerden im Bereich der Hoden.
- Hyperventilation wird oftmals durch Frequenzen von 1-10 Hz ausgelöst.

(Vgl. hierzu SHARP, G.R. in: Aviation Medicine, 1978, S. 278-294)

2.2. Auswirkungen der Beschleunigung: G-Kräfte

Für Piloten in Kampfflugzeugen sind vor allem die langdauernden Beschleunigungskräfte, d.h. solche mit einer Dauer von mehr als einer Sekunde bis zu mehreren Minuten für physiologische Effekte verantwortlich. Diese wirken sich in Form von Deformationen der Körpergewebe und -organe sowie durch Änderungen im Fluß und der Verteilung der Körperflüssigkeiten, besonders des Blutes, aus. Es sind weniger die rectilinearen horizontalen Beschleunigungen, die während des konventionellen Fliegens nur selten große Werte erreichen - mit Ausnahme des Katapultstartes, fesselnder Landungen wie z.B. auf Flugzeugträgern und bei der Nachbrennerverwendung - sondern mehr die starken Radialbeschleunigungen, d.h. die linearen Komponenten des Kurvenfluges, die sich auswirken.

Moderne Hochleistungskampfflugzeuge sind äußerst wendig und können eine Vielzahl von für den Piloten sehr belastenden Flugmanövern durchführen, wie z.B. schnelle Richtungsänderungen, enge Kreisflüge bei hohen Geschwindigkeiten, Abfangen von gezielten Tief- und Sturzflügen und Fluchtmanöver nach erfolgtem Waffengebrauch.

Dies hat für die Besatzungen solcher Flugzeuge zur Folge, daß sie häufig anhaltenden positiven Beschleunigungen in der G_z -Achse ausgesetzt sind; die Flugzeuge sind vom technischen Gesichtspunkt aus in der Lage, für Zeiten bis zu 60 Sekunden Radialbeschleunigungen von 5-7 G zu tolerieren. Neuere Maschinen halten Belastungen bis zu 10 G stand.

Bei den in aller Regel auftretenden positiven Radialbeschleunigungen in der G_z -Achse nimmt bei normaler Sitzhaltung die Durchblutung der oberen Körperabschnitte ab, das Blut wird in die unteren Körperabschnitte gepresst, so daß der Druck in den Gefäßen ansteigt, die in den unteren Körperteilen liegen, wobei gleichzeitig ein entsprechender Druckverlust in den oberhalb des Herzens liegenden Gefäßen eintritt.

Die Änderungen des intravaskulären Druckes haben unmittelbare Auswirkungen auf die Weite der Blutgefäße, da sie durch den transmuralen Druck, die Dehnbarkeit der Gefäßwände und die Füllmenge bestimmt ist. Während z.B. der Blutdruck der Cerebralgefäße bei einer positiven G_z -Belastung von +1 bei 78 mmHg liegt, beträgt er bei +4,5 G_z nur noch 1 mmHg; entsprechend ist der Druck in den Femoralarterien bei +1 G_z 144 mmHg und bei +4,5 G_z liegt er bei 300 mmHg.

Unterhalb des Herzens nimmt der Druck in den Venen bei positiven Beschleunigungen in der G_z -Achse durch das Gewicht der in ihnen lastenden Blutsäule zu. Die relativ hohe Dehnbarkeit der Venenwände verhindert jedoch den vollen Effekt der potentiellen Zunahme des hydrostatischen Druckes, der einige Zeit nach Beginn der positiven Beschleunigung in den unteren Extremitäten auftritt. Durch den Druckanstieg in den Kapillaren der unteren Körperhälfte kommt es zur Transsudation von Flüssigkeit aus dem Blut in die Gewebe, so daß ein zunehmender Verlust von intravasalem Volumen auftritt.

Die Rate dieses Verlustes beträgt während einer andauernden Belastung von $+4 G_z$ ca. 200 ml/min.

(Vgl. hierzu SHARP, G.R., a.a.O., 1978, S. 209-241)

Möglicherweise sind diese Transsudationseffekte im Hoden für eine veränderte Spermiogenese verantwortlich. Es sind auch Fertilitätsstörungen (Oligospermie) durch Varikozelen gesichert, was die Vermutung nahelegt, daß die Belastung der Gefäße während des Fliegens unter hohen positiven G-Kräften im Zusammenhang mit einer Veränderung der Fortpflanzungsfähigkeit bei Piloten stehen könnte, zumal bei Piloten mit hoher Flugstundenzahl Gefäßerkrankungen des venösen Systems wie Hämorrhoiden, Varizen und Varikozelen häufiger auftreten.

2.3. Flughöhe

Bei reduziertem Atmosphärendruck und Fliegen in großer Höhe ist der Sauerstoffpartialdruck nicht mehr ausreichend, um die physiologischen Körperfunktionen zu ermöglichen. Aus diesem Grunde ist es erforderlich, den Sauerstoffpartialdruck in den Alveolen aufrechtzuerhalten, was entweder durch eine künstliche Druckangleichung in Form einer Überdruckkabine geschehen kann oder durch eine Erhöhung des Sauerstoffpartialdruckes in den Lungen mittels einer Sauerstoffatemanlage.

In den modernen Militärflugzeugen werden gleichzeitig beide Methoden zum Schutz der Piloten gegen Hypoxie angewandt. Um die volle physische Leistungsbreite zu gewährleisten, muß der alveoläre Sauerstoffpartialdruck ständig 103 ± 5 mmHg betragen. Ein Nachteil der unmittelbaren Sauerstoffaufnahme über eine Atemmaske besteht in retrosternalen Schmerzen sowie einer Reizung der Atemwege, die dann auftreten, wenn infolge großer Höhe über längere Zeit mit 100%igem Sauerstoff zum Teil sogar mit Überdruck beatmet werden muß. (SHARP, G.R., a.a.O., 1978, S. 84-127)

Hinweise darauf, daß durch die beim Fliegen in großer Höhe nötig werdende Atmung von reinem Sauerstoff Fertilitätsstörungen induziert werden, liegen nicht vor. Allerdings sind unter Umständen wegen der großen Höhe die verstärkten Wirkungen der kosmischen Strahlung zu berücksichtigen; für die Piloten liegen aber bisher ausreichende Hinweise für eine diesbezügliche Gefährdung ebenfalls nicht vor.

2.4. Psychische Belastungen, Angst

Hyperventilation ist eine häufige Reaktion des Körpers auf Angst, Aufregung oder Anspannung. Es kommt bei einer großen Anzahl von Flugschülern zu einer solchen unphysiologischen Atmung, wobei davon ausgegangen wird, daß 20-40 % aller Flugschüler zu irgendeiner Zeit eine Hyperventilation entwickeln. Es gibt sie aber auch bei erfahrenen Piloten, wenn diese einem ernststen mentalen Stress ausgesetzt sind, z.B. im Falle einer plötzlichen Notsituation während des Fluges oder bei Start und Landung.

Es kommt bei der Hyperventilation zu einer respiratorischen Alkalose, so daß der pH-Wert des Blutes steigt. Da sich dieser unphysiologische Zustand aber leicht und schnell zurückbildet, ist ein Einfluß auf die Fertilität eher unwahrscheinlich.

2.5. Kinetose

Diese unangenehme Erkrankung, die mit Übelkeit, Brechreiz, Kaltschweiß, kurz einer großen Zahl von vegetativen Symptomen bis hin zur gelegentlichen Somnolenz einhergeht, ist für einen Teil der Piloten ein großes Problem und nur manche können über eine Gewöhnungsbehandlung ihre Empfindlichkeit abbauen. Über Korrelationen der Häufig von Luftkrankheit betroffenen Piloten mit dem Geschlechterverhältnis ihrer Nachkommenschaft ist nichts bekannt; ein Zusammenhang ist nicht zu vermuten.

2.6. Lärm

Die Lärmbelastungen, denen die Piloten ausgesetzt sind, bestehen hauptsächlich am Boden, da in den Flugzeugen selbst Pilotenhelme getragen werden. Eine übermäßige Lärmbelastung führt in aller Regel zu Müdigkeit, Irritation und erhöht auf diese Weise die Arbeitsbelastung.

2.7. Spezielle Belastungen für Piloten von Hubschraubern

Die Hubschrauber weisen eine Anzahl von unbefriedigenden Standards auf, die die Belastungen der Piloten erhöhen. Die Hauptprobleme, denen die Flugzeugführer unterliegen, sind

- mangelnder Komfort
- thermischer Stress
- Verletzbarkeit der Besatzungen
- mangelhafte Ausstiegsmöglichkeiten
- Lärm, da dieser nicht so abgeschirmt wird wie in Hochleistungskampfflugzeugen
- Vibrationen während des gesamten Fluges
- schlechte Sitze, ungünstige Anordnung (meistens einfache Aluminiumsitze, mangelnde Polsterung)
- Vibration der Anzeigegeräte und Bedienungselemente
- Daueranspannung infolge erhöhter Konzentration aufgrund der erhöhten Kollisionsgefahr (Stromleitungen usw.)
- ungünstige Instrumentenanordnung einerseits sowie das Bedürfnis nach besserer Sicht andererseits bewirken ein ständiges Vorbeugen des Körpers mit der Folge von häufigen Nacken-, Schulter- und Rückenschmerzen.

Anders als die Piloten in Hochleistungskampfflugzeugen unterliegen die Hubschrauberpiloten aber meist nicht den starken G-Kräften wie diese, da die Flugmanöver in Helicoptern und die relativ geringe Fluggeschwindigkeit nicht zu ausgeprägten G-Belastungen führen, abgesehen von einigen Spezialfällen. Die Helicopter fliegen auch nicht in sehr großer Höhe, so daß die in diesem Zusammenhang bereits diskutierten Belastungen der Hubschrauberpiloten nicht betreffen. (Vgl. hierzu: DHENIN, G., Aviation Medicine, 1978, S. 468-193)

3. SEKUNDÄRES GESCHLECHTERVERHÄLTNIS IN DER NACHKOMMENSCHAFT VON FLIEGENDEM PERSONAL

3.1. Vorbemerkungen

Seit Jahrzehnten hält sich vor allem in Pilotenkreisen das Gerücht, Flugzeugführer hätten in ihrer Nachkommenschaft eine andere Geschlechterverteilung als das in der Normalbevölkerung der Fall sei. Man sagt, daß Piloten aufgrund ihrer berufsspezifischen Belastungen mehr Mädchen zeugen würden. Das Gerücht vermehrter Mädchen unter den Pilotenkindern wird teilweise ernst, teilweise als Scherz gehandelt, hält sich jedoch so hartnäckig, daß viele Piloten es für eine sichere Tatsache halten.

Besonders unter den Piloten von Hochleistungskampfflugzeugen findet man Bestätigung auf die Frage, ob denn das Gerücht bekannt sei. Auf mein Befragen von Piloten der Deutschen Luftwaffe wurde mir sogar erklärt, daß die Piloten untereinander kurioserweise von der Geburt eines "Piloten-jungen" sprächen, wenn ein Mädchen geboren worden ist.

Die Überlegung, daß berufsspezifische Einflüsse die Spermiogenese der Piloten beeinträchtigen könnten, wurde offenbar als Unruhemöglichkeit beim fliegenden Personal erkannt und bewirkte, daß von leitenden Militär- und Regierungsämtern der Bundesrepublik Deutschland ein Auftrag an das Flugmedizinische Institut der Deutschen Luftwaffe vergeben wurde, der eine Befragung der Piloten zu dem Thema "Sexratio in der Nachkommenschaft von Piloten" vorsah.

Wenn sich das Gerücht als wahr bestätigen sollte, so wären die Dienstherren der Piloten in der Pflicht gewesen, wegen der mit der Dienstverrichtung der Piloten verbundenen Veränderung der Fortpflanzungsfähigkeit entsprechende Aufklärung der Piloten durchzuführen, wenn möglich Schutzmaßnahmen zu ergreifen und eventuell Entschädigungen im Sinne von Zulagen zu zahlen.

3.2. Untersuchungen zur Sexratio der Nachkommen von Piloten

Es war für die Deutsche Luftwaffe erforderlich, eine neue Studie erstellen zu lassen, weil zu diesem Thema in der Literatur kaum Informationen zu finden waren mit Ausnahme einer Arbeit von R.G. SNYDER aus dem Jahre 1961, in welcher ein Zusammenhang zwischen Flugdienst und Sexratio bejaht wurde.

SNYDER nahm als erster das Gerücht über die vermehrten Mädchengeburten in der Nachkommenschaft von Piloten zum Anlass, Untersuchungen darüber durchzuführen, motiviert nach seinen eigenen Angaben auch dadurch, daß er selbst als ein mit Hochleistungskampfflugzeugen fliegender Arzt ausnahmslos Mädchen zeugte. Seine Ergebnisse wurden 1961 in der Zeitschrift "Human Biology" veröffentlicht.

Die beim Flugmedizinischen Institut der Luftwaffe in Fürstenfeldbruck in Auftrag gegebene Studie wurde erst vierzehn Jahre später erstellt und ist die zweite in der Literatur verzeichnete Arbeit zu diesem Thema; bis zum jetzigen Zeitpunkt ist meines Wissens auch keine weitere Untersuchung zu diesem Thema erschienen.

Die zuletztgenannte Untersuchung aus dem Jahre 1975, deren Ergebnisse 1976 in der Zeitschrift "Aviation, Space and Environmental Medicine" veröffentlicht wurden, hatte das aktuelle Geschlechterverhältnis im Nachwuchs der Piloten aller Teilstreitkräfte zum Inhalt und sollte feststellen, ob statistisch signifikante Abweichungen von den Werten der Normalbevölkerung bei Piloten auftraten. Die Studie wurde von dem Diplompsychologen H.P. GOERRES durchgeführt. Er kam hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen Flugdienst und Sexratio zu einer seiner Ansicht nach negativen Ergebnis.

Bei dieser Diskrepanz der vorliegenden Ergebnisse bestand beim Verfasser das Bedürfnis, eine erneute Datenerhebung und -auswertung unter Berücksichtigung verschiedener, bisher unberücksichtigter Einflußfaktoren durchzuführen. Diese Faktoren werden im Anschluß an die Diskussion im einzelnen dargestellt.

Im zivilen Bereich hätten Daten von Kunstflugpiloten, die teilweise ähnlichen Belastungen wie Piloten von Hochleistungskampfflugzeugen unterliegen, eine Untersuchung zu diesem Thema bereichert. Leider gelang es dem Autor nicht, eine statistisch ausreichende Zahl auskunftsbereiter Kunstflugpiloten aufzufinden. Hier spielen wohl auch immer Überlegungen aus dem Bereich des Datenschutzes eine Rolle, da ein Fragebogen, wie er zu diesem Zweck konstruiert werden muß, naturgemäß zum Teil sehr persönliche Daten erfragen muß.

In der Bundesrepublik Deutschland war man bei der Deutschen Luftwaffe nicht bereit, entsprechende Auskünfte zu erteilen noch eine neuerliche Erhebung zu unterstützen. Dies wurde damit begründet, daß GOERRES' Untersuchung aus dem Jahre 1976 das Gerücht von der veränderten Sexratio bei Pilotenkindern in den Bereich der Absurdität verwiesen hätte und somit die Unruhe unter den Piloten beigelegt sei; eine erneute Befragung könne nur wieder Unruhe erzeugen, was nicht im Interesse des Dienstherrn läge. Die Angelegenheit sei mit der Studie von GOERRES als erledigt anzusehen.

Erfreulicherweise erklärte sich das Verteidigungsministerium von Großbritannien bereit, das Begehren des Verfassers zu unterstützen. Die Personalabteilung der Royal Air Force (RAF) stellte freundlicherweise eine Analyse der Geschlechterverhältnisse der Kinder ihrer Piloten zur Verfügung. Aus technischen und vermutlich auch sicherheitspolitischen Gründen waren die Auskünfte zwar nicht im vollen gewünschten Umfang zu erhalten, erwiesen sich aber dennoch als ausreichend, einen konstruktiven Beitrag zur Überprüfung der Hypothese der erniedrigten Sexratio bei Pilotenkindern zu liefern.

Im nachfolgenden sollen zuerst die bereits veröffentlichten Studien von SNYDER und GOERRES referiert und im Anschluß daran die Untersuchung des Verfassers dargestellt werden.

3.2.1. Richard G. Snyder: The Sex Ratio of Offspring of Pilots

of High Performance Military Aircraft - Tucson, Arizona, 1961

3.2.1.a) Grundgesamtheit

Von dem bekannten Gerücht der veränderten Geschlechterverteilung in der Nachkommenschaft von Piloten ausgehend untersuchte SNYDER 236 Piloten aus drei Geschwadern der U.S. Air Force; 111 dieser Piloten hatten insgesamt 222 Kinder, wovon 109 Mädchen und 113 Jungen waren, was einer Sexratio von 103,67 entspricht. In dieser Zeit war die Geschlechterverteilung bei 105,4, was zunächst keinen Hinweis auf eine besondere Situation bei den Piloten ergibt; die Geburtsjahrgänge der untersuchten Kinder lagen zwischen 1946 und 1955.

3.2.1.b) Design

SNYDER betrachtet als hauptsächliche Einflußgröße auf die Geschlechterverteilung der Nachkommenschaft von Piloten die hohen G-Kräfte einerseits wie die schnellen Geschwindigkeiten andererseits, die in Hochleistungskampfflugzeugen geflogen werden, und infolgedessen hat er bei seinen Erhebungen die Gruppeneinteilung nach Flugzeugtypen vorgenommen.

Er unterscheidet zwischen solchen Piloten, die Hochleistungskampfflugzeuge (Flying Fighters) unter Einbeziehung der Trainermaschinen einerseits fliegen sowie den Piloten von Transportflugzeugen andererseits; diesen rechnet er die Piloten der älteren Abfangjäger (z.B. F-86D, F-89, F-94C) hinzu, weil diese Maschinen in ihrer Beweglichkeit durch die veraltete technische Ausstattung eingeschränkt sind, so daß keine sehr hohen G-Kräfte auftreten. Eine dritte Gruppe umfaßt in seiner Auswertung die Piloten, die vor der Konzeption ihrer Kinder gar nicht geflogen waren.

Er betrachtet den Zeitraum von 9-12 Monaten vor der Geburt der Kinder, entsprechend 0-3 Monate vor der Konzeption der Kinder.

Bezüglich der monatlichen Flugstunden ermittelte er für alle einbezogenen Piloten, daß diese zwischen 5 und 30 Stunden im Monat geflogen waren. Eine Trennung nach solchen, die weniger bzw. mehr als diese Zeitspanne an Flugstunden aufzuweisen hatten, war in seinem Design geplant, wurde jedoch nicht benötigt, da alle Piloten in den obengenannten Zeitraum einzuordnen waren.

In seiner Auswertung betrachtete er nicht allein die Auswirkungen des Fliegens auf die Sexratio, sondern berücksichtigte auch die Entwicklung des Geschlechterverhältnisses in Abhängigkeit vom Geburtenrang. Von diesem war bekannt, daß das sekundäre Geschlechterverhältnis mit steigendem Geburtenrang bis zum fünften Kind abfällt, d.h. daß tendenziell mehr Mädchengeburten mit steigender Geburtenzahl innerhalb einer Ehe auftreten.

3.2.1.c) Ergebnisse

Während eine undifferenzierte Betrachtung aller erfaßten Kinder der Piloten keine nennenswerte Besonderheit zeigte, ändert sich das Bild, wenn man die einzelnen Gruppenauswertungen betrachtet:

Flugzeugtyp	♂	♀	SSR	χ^2	p
Hochleistungs-kampfflugzeug	35	59	59,32	7,4	$p < 0.01$
Transport-flugzeug	25	15	166,67	2,03	$0.1 < p < 0.2$
keine Flugzeit	53	35	151,42	2,77	$0.05 < p < 0.1$

Tabelle 3: aus SNYDER, R.G.: Sex ratio of Offspring of Pilots..., 1961, S. 5

(SSR = sekundäre Sexratio, p = Signifikanzniveau)

Im Original sind in der Tabelle von SNYDER die Pilotenkinder noch nach Zugehörigkeit des Vaters zu einem der drei untersuchten Geschwader aufgeteilt, wobei der Unterschied zwischen diesen nur 2,4% betrug, mithin keinen Hinweis auf eine geographische Spezifität erbrachte. Da eines der Geschwader in Japan stationiert war, hätte sich ein möglicher Einfluß an dieser Stelle zeigen können.

Die Auswertung der von SNYDER erhobenen Daten zeigte einen deutlichen auf dem 1%-Niveau signifikanten Einfluß des Fliegens in Hochleistungskampfflugzeugen auf das Geschlechterverhältnis in der Nachkommenschaft, soweit dieses in einem bestimmten Zeitraum vor der Konzeption seitens des Vaters stattgefunden hatte.

Interessanterweise findet er auch für die beiden anderen untersuchten Gruppen, die sich in den Werten nur geringfügig unterscheiden, einen auffälligen Befund: Im Gegensatz zu den Piloten der Kampfflugzeuge, denen im Verhältnis zur Normalbevölkerung wesentlich mehr Mädchen geboren wurden, (SSR 59,3) fand er bei den Piloten von Transportflugzeugen und den Piloten, die vor der Konzeption ihrer Kinder nicht geflogen waren, einen im Vergleich zur Normalbevölkerung deutlich erhöhten Wert - diesen wurden beträchtlich mehr Jungen geboren, als zu erwarten gewesen wäre. (SSR 151,4 - 166,7)

Bezüglich Sexratio und Geburtenrang konnte SNYDER folgende Entwicklung feststellen: Die normale Tendenz des geburtenrang-abhängigen Geschlechterverhältnisses, die für die Transportflugzeugpiloten und die nicht eingesetzten Piloten den Erwartungswerten, wie sie aus der Bevölkerungsstatistik bekannt sind, entsprach, trat bei den Piloten der Hochleistungskampfflugzeuge nicht auf. Bei diesen entwickelte sich die Sexratio mit zunehmendem Geburtenrang so, daß eher mehr Jungen als Mädchen geboren wurden.

	1.Kind	2.Kind	3.Kind	4.Kind	5.Kind
(1)					
Anzahl	17 ♂, 31 ♀	13 ♂, 14 ♀	7 ♂, 6 ♀	3 ♂, 1 ♀	--
SSR	58,84	92,85	116,67	300,00	
(2)					
Anzahl	41 ♂, 22 ♀	24 ♂, 16 ♀	5 ♂, 9 ♀	1 ♂, 3 ♀	1 ♂, 2 ♀
SSR	186,36	150,00	62,5	33,3	50,0

Tabelle 4: Abhängigkeit der Sexratio vom Geburtenrang bei Kindern von Piloten, nach SNYDER (1961)

(1) = Kinder von Hochleistungskampfflugzeugpiloten

(2) = Kinder von Transportflugzeugpiloten/Piloten ohne Flugzeit

SNYDER interpretiert die von ihm erhaltenen Daten dahingehend, daß die unvermutete Abweichung der Sexratio der Kinder der Piloten ohne Flugzeit und der Transportflugzeugpiloten ein Ergebnis eines Artefakts sein könnten. Da aber die Daten insgesamt im χ^2 -Test auf einem relativ hohen Niveau signifikant sind und die für die Piloten der Hochleistungskampfflugzeuge deutlichen Daten die Hypothese bestätigen, geht er davon aus, daß häufiges Fliegen in solchen Flugzeugen tatsächlich Auswirkungen auf die Sexratio der Nachkommenschaft hat.

Andererseits gibt er selbst zu bedenken, daß die Zahl der betrachteten Kinder zu gering ist, um eine gesicherte Aussage zuzulassen. Mehr als eine Stützung der Hypothese, daß ein Einfluß durch spezifische Belastungen während des Fliegens schneller Kampfflugzeuge auf die Sexratio der Nachkommenschaft gegeben ist, kann man aus seinen Daten nach seiner eigenen Auffassung nicht ableiten.

Er empfiehlt, zur genauen Abklärung des Sachverhalts weitere Studien durchzuführen, wobei er anregt, die Besatzungen von Langstreckenbomben mit einzubeziehen, weil diese zwar auch mit hoher Geschwindigkeit in großer Höhe fliegen, jedoch nicht sehr hohen G-Kräften ausgesetzt sind. Dies würde eine weitere Aufgliederung der Belastung sowie möglicher Konsequenzen auf die sekundäre Sexratio der Pilotenkinder erlauben.

Auf der Basis der von ihm gewonnenen Daten allein möchte SNYDER keine weitere Interpretation durchführen, da er auch maternale Variablen nicht berücksichtigen konnte. Er erwähnt in diesem Zusammenhang, daß möglicherweise bei den Frauen von Kampfflugzeugpiloten häufiger Fehlgeburten stattfinden könnten, da sie einem erhöhten Stress ausgesetzt sind.

3.2.2. H.P. Goerres und K. Gerbert: Sex Ratio in Offspring of Pilots: A Contribution to Stress Research - Fürstenfeldbruck, 1976

3.2.2.a) Grundgesamtheit

GOERRES erhielt Auskünfte von insgesamt 863 Vätern, die als Piloten von Hubschraubern, Transport- und Hochleistungskampfflugzeugen verschieden lange geflogen waren. Er benutzt in seinen Ausführungen den Ausdruck "Jetpiloten", es ist aber nach allgemeiner umgangssprachlicher Verwendung unter den Piloten davon auszugehen, daß es sich um Hochleistungskampfflugzeugpiloten handelt. GOERRES bezog insgesamt 1413 Kinder in seine Untersuchung ein, von denen 680 Mädchen und 733 Jungen waren, hieraus ergibt sich mit 107,8 eine sekundäre Sexratio, die annähernd dem Normalwert von 106 entspricht.

3. . . b) Design

In seiner Befragung ging GOERRES von den Hypothesen aus, daß erstens Piloten, speziell Jetpiloten, vermehrt weibliche Nachkommen haben gegenüber der Normalbevölkerung und daß zweitens die Gesamtflugzeit der Piloten als Maß für den andauernden Streß die Abweichungsrate beeinflußt.

Infolgedessen erhob er die Daten mit dem Gewicht auf der Erforschung der Gesamtflugzeit, wobei er in seinem Fragebogen die Gesamtflugzeit und die darin enthaltenen Jetflugstunden erfragte.

Seine Kategorien reichten von 0 bis über 3000 in 1000er-Stunden-Abstufungen. Die Kinder wurden nur nach Geburtsjahr und Geschlecht erfaßt.

Ihm ging es, wie er sagt, nicht in erster Linie um die Erforschung des bekannten Gerüchts der "Pilotenjungen", sondern vor allem um einen Beitrag zur Stressforschung. Er ging davon aus, daß unerfahrene Piloten, die am Beginn ihrer Laufbahn stehen, wesentlich härteren Stressbelastungen ausgesetzt sind als erfahrenere Piloten, was zur Folge haben könnte, daß die sexuelle Aktivität der Piloten Schwankungen unterliegt, die sich in einer veränderten Sexratio der Kinder niederschlagen müssten.

Obwohl er in seinem Fragebogen nicht nach dem geflogenen Flugzeugtyp im einzelnen fragte, geht er in seiner Auswertung auf drei Gruppen von Piloten ein: Er unterscheidet Transportflugzeug-, Helicopter- und Jetpiloten hinsichtlich der Flugstundenzahl. Es ist anzunehmen, daß er die Auskunft über den vom Piloten geflogenen Flugzeugtyp durch die im Fragebogen anzugebende Personenkennziffer erlangt hat. Er erläutert dies in seinen Ausführungen nicht, so daß man auf Vermutungen angewiesen ist. (Fragebogen s. Anhang)

Den Piloten wurde mitgeteilt, daß es sich um eine Erhebung zur Frage der Geschlechterverteilung der Nachkommenschaft von Piloten handeln würde. Die eigentliche Intention, einen Beitrag zur Stressforschung zu liefern, wurde den Befragten nicht genannt.

GOERRES' Ergebnisse sind im folgenden tabellarisch entsprechend seiner Veröffentlichung wiedergegeben; die Sexratio wurde jeweils vom Verfasser zusätzlich berechnet und den Werten hinzugefügt. Ein χ^2 -Test wurde ebenfalls durchgeführt, da GOERRES keine Signifikanzniveaus angegeben hat.

3.2.2.c) Ergebnisse

Flugstunden	σ	φ	SSR	χ^2	p
0-1000	267	204	120,55	5,17	< 0,05
1000-2000	111	153	72,55	9,35	< 0,01
2000-3000	37	24	154,17	2,06	n.s.
> 3000	4	4	100,00	0,00	n.s.
Gesamt	419	385	108,83	0,14	n.s.
Gesamt > 1000	152	181	84,0	4,5	< 0,05

Tabelle 5: sekundäre Sexratio (SSR) bei Nachkommen von Hochleistungskampfflugzeugpiloten (Jetpiloten) nach GOERRES (1976) (p=Signifikanzniveau, n.s.= nicht signifikant)

Flugstunden	σ	φ	SSR	χ^2	p
ohne Flugzeit	5	2	25,50	1,55	n.s.
0-1000	31	33	112,4	2,2	n.s.
1000-2000	35	24	341,67	15,67	< 0,01
2000-3000	10	14	11,43	1,27	n.s.
> 3000	3	0	33,33	0,13	n.s.
Gesamt	136	31	161,9	2,45	< 0,01

Tabelle 6: sekundäre Sexratio (SSR) bei Nachkommen von Transportflugzeugpiloten nach GOERRES (1976)

Flugstunden	M	F	SSR	χ^2	p
0-1000	127	118	107,62	0,01	n.s.
1000-2000	35	73	47,95	15,68	< 0,01
2000-3000	13	13	100,00	0,02	n.s.
> 3000	3	7	42,86	1,85	n.s.
Gesamt	178	211	94,36	5,06	< 0,05
Gesamt > 1000	51	93	54,84	14,83	< 0,01

Tabelle 7: sekundäre Sexratio (SSR) bei Nachkommen von Hubschrauber-
piloten nach GOERRES (1976)

Bezüglich des Signifikanzniveaus ging der Verfasser davon aus, daß GOERRES ein 5%-Niveau für ausreichend hielt, da er dies an einer Stelle (S.891) erwähnt.

GOERRES' Daten ließen drei signifikante Entwicklungen erkennen, zunächst mit einer Sexratio von 47,95 bei den Hubschrauberpiloten mit 1000 bis 2000 Flugstunden wie auch bei den Jetpiloten mit bis zu 1000 Flugstunden, wo die Sexratio 130,88 betrug sowie bei den Jetpiloten mit 1000 bis 2000 Flugstunden, bei denen sich eine Sexratio von 72,6 ergab.

Über die Transport- und Helicopterpiloten sagt GOERRES, daß die Entwicklung der Sexratio nicht von der der Bevölkerung abweiche und sich somit weitere Untersuchungen erübrigten. Den deutlichen Unterschied zwischen den Piloten mit mehr als 1000 Flugstunden gegenüber denen mit weniger als 1000 Flugstunden in dem Geschlechterverhältnis der Kinder interpretiert er als Folge eines ruhigeren Arbeits- und Familienlebens.

In diesen wie in allen folgenden Überlegungen geht er davon aus, daß Streß ein wichtiger Faktor bezüglich der sexuellen Aktivität ist, wobei er mit den Annahmen von COLOMBO (1957) und CREW (1952) davon ausgeht, daß unter Streß die sexuelle Aktivität nachläßt und nur zu Zeiten hoher Appetenz der Frau die Kohabitation stattfindet. Dies hätte dann gehäuft männliche Nachkommen zur Folge, da der Geschlechtsverkehr so eher am Ovulationszeitpunkt vollzogen wird.

GOERRES vergleicht die Situation der Piloten mit der von Menschen in Friedens- und Kriegszeiten bezüglich der subjektiven Stressbelastung, was nach den Hypothesen von COLOMBO und CREW (1957, 1952) zur Folge hat, daß in Zeiten geringer Belastung mehr Mädchen gezeugt werden, da der Geschlechtsverkehr über eine längere Zeit kontinuierlich ausgeübt würde, was die Entstehung weiblicher Keime begünstigt; für die Entstehung männlicher Keime gilt die Erklärung wie oben für Zeiten erhöhter Streßbelastung ausgeführt.

Die Piloten sind zu Beginn ihrer Laufbahn in streßähnlichen "Kriegszeiten", was durch zunehmende Routine laut GOERRES schließlich zugunsten einer ruhigeren Lebensweise zu einer "Friedenszeiten" ähnlicheren Situation führt. Dies erklärt nach GOERRES' Auffassung die von ihm dargestellten Befunde in ausreichendem Maße.

Bezüglich der Jetpiloten interpretiert er die von ihm gewonnenen Daten dahingehend, daß der sehr große Unterschied zwischen der Sex-ratio der Pilotenkinder, deren Väter weniger als 1000 Flugstunden geflogen waren gegenüber denen, deren Väter eine größere Anzahl von Flugstunden bereits absolviert hatten (bis 2000 Stunden) auffällig sei und daß weitere Forschungen in diesem Bereich sinnvoll seien. Er formuliert noch einmal die Frage: "Wer wäre nicht überrascht über die Tatsache, daß zu Beginn des fliegerischen Dienstes mehr Söhne als Töchter gezeugt werden und während der regelmäßigen Flugperioden - wenn der Dienst zur Routine geworden ist - mehr Mädchen als Jungen von den Piloten gezeugt werden?" (S.891)

Weitere Erklärungsansätze, die über die "Krieg- und-Frieden"-Analogie, die GOERRES bereits im Zusammenhang mit den Helicopterpiloten entworfen hat, hinausgehen, gibt er nicht. Er bezeichnet im Gegenteil überraschenderweise gerade das zur Diskussion stehende Phänomen als "ungeklärt" bleibend. (S. 892)

Die Streßbelastung der Jetpiloten betrachtet er als zu Beginn besonders intensiv, da sie am Anfang ihrer Ausbildung höchsten Anforderungen unterliegen. Wenn, was er noch in Betracht zieht, die Piloten typischerweise zum Streßabbau häufiger zu Beginn ihrer Ausbildung ihre sexuelle Aktivität verstärkten (S. 889), so hätte dies eine erhöhte Rate an Mädchengeburten zur Folge haben müssen. Da dies aber nicht eingetreten ist, sieht er einen weiteren Beweis für die "Krieg-Frieden"-Hypothese gegeben.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß der Aspekt der Streßforschung im Zusammenhang mit der Erforschung der Veränderung des Geschlechterverhältnisses in der Nachkommenschaft von Piloten wesentlich im Vordergrund steht. Während GOERRES zu dem Schluß kommt, daß seine Daten das alte Gerücht "in den Bereich der Absurdität verweisen" und die "Spermiogenese in keinster Weise berufsspezifisch bei Piloten gestört ist" (S. 889), lassen seine Daten, wie im Diskussionsteil der vorliegenden Arbeit zu zeigen sein wird, auch andere Schlüsse zu.

3.2.3. Untersuchung zur Sextratio in der Nachkommenschaft von Piloten der Royal Air Force - 1984

3.2.3.a) Grundgesamtheit

Es wurden im Datenauszug der RAF vom 23. August 1984 durchschnittlich 2685 Kinder erfaßt, die von einer vermutlich aus Geheimhaltungsgründen von der RAF nicht genannten Zahl von Piloten gezeugt wurden. Die Mittelwerte ergaben 1331 Mädchen und 1354 Jungen, was einer Sextratio von 101,7 entspricht.

Die Väter der Kinder gehörten verschiedenen Gruppen von Piloten an. Es wurden Hochleistungskampfflugzeugpiloten, Transportflugzeugpiloten, Hubschrauberpiloten und Piloten von Trainermaschinen unterschieden, wobei ungeklärt bleibt, von welcher Art die Trainermaschinen waren.

Die Hochleistungskampfflugzeugpiloten hatten im Mittel 1041 Kinder. (582 Mädchen und 513 Jungen) Die Transportflugzeugpiloten hatten ebenfalls 1041 Kinder (502 Mädchen und 539 Jungen), in der Gruppe der Helikopterpiloten fanden sich 260 Nachkommen (128 Mädchen und 132 Jungen) und die Piloten der Trainermaschinen hatten 344 Kinder (173 Mädchen und 171 Jungen).

3.2.3.b) Design

Wie bereits erwähnt, entsprachen die dem Verfasser von der RAF überlassenen Daten nicht dem ursprünglich gewünschten Umfang, obwohl sie für eine Trendbestimmung auch in der vorliegenden Form ausreichend waren. An dieser Stelle soll erläutert werden, in welchem Umfang die Datenerhebung geplant war, welche Daten erhoben werden konnten und welche Einflußgrößen in der Erhebung nicht gemessen werden konnten.

Zunächst ist festzustellen, daß bisher ungeklärt geblieben ist, ob die erniedrigte Sextratio in der Nachkommenschaft von Piloten die Folge einer temporär direkt beeinflussten Spermatogenese ante conceptionem ist oder ob sie möglicherweise infolge eines Spätscha-

dens am Genitale auftritt, der erst nach einer höheren Flugstundenzahl zu erwarten wäre.

Um direkte Einwirkungen auf die Spermatogenese feststellen zu können, muß die Dauer eines spermatogenetischen Zyklus - das ist die Zeit zwischen dem Eintritt einer Spermatogonie in die weitere Spermatogenese und der Abgabe der reifen Spermatiden - in Betracht gezogen werden. Für den Menschen wurde eine Zeit von ungefähr 72 Tagen berechnet. (LEONHARDT, 1981)

Diesem Umstand sollte dadurch Rechnung getragen werden, daß ähnlich wie bei SNYDER gefragt wurde, ob die Piloten 9, 10, 11 oder 12 Monate vor der Geburt ihrer Kinder geflogen waren bzw. 0 bis 3 Monate vor der Konzeption der Kinder im Flugdienst gestanden hatten. Diese Daten liegen vor, allerdings konnten Abweichungen von der normalen Schwangerschaftsdauer von ca. 9 Monaten durch Übertragungen und Frühgeburten nicht erfaßt werden.

Bezüglich der Abhängigkeit der Sexratio von der Gesamtflugstundenzahl war an GOERRES' Zahlen ja abzulesen gewesen, daß den Kampfflugzeugpiloten mit steigender Zahl an Flugstunden zunehmend mehr Mädchen geboren wurden. Deshalb war in der vorliegenden Untersuchung geplant, nicht nur danach zu fragen, ob in definierten Zeitabschnitten vor der Konzeption in einem bestimmten Flugzeugtyp geflogen worden war oder nicht, sondern auch die Gesamtflugstundenzahl der Piloten bei Konzeption zu ermitteln. Diese Daten standen dem Verfasser jedoch leider nicht zur Verfügung.

SNYDER unterschied zwischen fliegenden und nicht fliegenden Piloten; darüber machte die RAF keine Angaben, so daß ein Vergleich dieser Art für den Verfasser nicht möglich war. Auch der Geburtenrang, der einen gesicherten Einfluß auf die Sexratio hat, konnte nicht in die Untersuchung mit einbezogen werden, wie SNYDER es getan hat, da die entsprechenden Daten nicht übermittelt wurden.

Ebenso konnten in dieser Studie wie in den beiden anderen genannten von SNYDER und GOERRES keine Daten zu maternalen Variablen erhoben werden, die zu einer genauen Aufklärung der Zusammenhänge erforderlich wären. Dennoch waren die Angaben der RAF sehr hilfreich, wie im folgenden deutlich wird.

3.3.2.c) Ergebnisse

Die Ergebnisse werden in tabellarischer Form dargestellt, wobei der Flugzeugtyp, den die Väter vor der Konzeption ihrer Kinder flogen, mit dem resultierenden Geschlechterverhältnis der Nachkommenschaft verglichen werden. Die einzelnen Tabellen wurden für 0, 1, 2, und 3 Monate vor der Konzeption aufgestellt.

Flugzeugtyp	♂	♀	SSR	χ^2	p
Hochleistungs-kampfflugzeug (1)	513	524	97,90	1,63	$\geq 0,2$
Transportflugzeug (2)	543	502	106,17	0,11	n.s.
Hubschrauber (3)	135	122	110,66	0,12	n.s.
Schulflugzeug (4)	180	172	104,65	0,02	n.s.

Tabelle 8: Sexratio der Kinder von Piloten mit Flugdienstzeiten im Monat der Konzeption (9 Monate vor der Geburt der Kinder)

(1) Fighters (fast jet)

(2) Transport (multi-engined)

(3) Helicopter (rotary-wing)

(4) Training Aircraft

Flugzeugtyp	♂	♀	SSR	χ^2	p
Hochleistungs-kampfflugzeug	510	532	95,86	2,63	0,1<p<0,2
Transport-flugzeug	538	502	107,17	0,04	n.s.
Hubschrauber	131	129	101,55	0,12	n.s.
Schulflugzeug	174	171	101,75	0,14	n.s.

Tabelle 9: Sexratio der Kinder von Piloten mit Flugdienstzeiten einen Monat vor der Konzeption (10 Monate vor der Geburt der Kinder)

Flugzeugtyp	♂	♀	SSR	χ^2	p
Hochleistungs-kampfflugzeug	509	527	96,58	2,24	0,1<p<0,2
Transport-flugzeug	533	505	105,54	0,00	n.s.
Hubschrauber	129	132	97,73	0,43	n.s.
Schulflugzeug	168	174	96,55	0,74	0,3<p<0,5

Tabelle 10: Sexratio der Kinder von Piloten mit Flugdienstzeiten zwei Monate vor der Konzeption (11 Monate vor der Geburt der Kinder)

Flugzeugtyp	♂	♀	SSR	χ^2	p
Hochleistungs-kampfflugzeug	519	528	98,29	1,49	0,2<p<0,3
Transport-flugzeug	540	499	108,22	0,11	n.s.
Hubschrauber	132	129	102,33	0,08	n.s.
Schulflugzeug	163	174	93,68	1,28	0,2<p<0,3

Tabelle 11: Sexratio der Kinder von Piloten mit Flugdienstzeiten drei Monate vor der Konzeption (12 Monate vor der Geburt der Kinder)

Als Bezugsgröße der nachfolgenden Berechnungen und Bewertungen diente dem Verfasser eine sekundäre Sexratio von 106 wie sie in der Literatur als Normalwert für nahezu alle Populationen angegeben wird. (POTASHNIK et al., 1983; HYTTEN, 1982; PFAUNDLER, 1935)

Zur Bestimmung des jeweiligen Signifikanzniveaus (p) der beobachteten Abweichungen vom Normalwert wurde der χ^2 -Test durchgeführt mit:

$$\chi^2 = \sum \left[\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \right]$$

wobei f_o den beobachteten Werten und f_e den erwarteten Werten entspricht.

Die hohen Signifikanzniveaus von SNYDER (1961) - $p < 0,01$ - und GOERRES (1976) - $p < 0,01$ - ließen sich nicht bestätigen.

Während das sekundäre Geschlechterverhältnis in der Nachkommenschaft der Transportflugzeugpiloten unabhängig vom Zeitpunkt des Flugdienstes ante conceptionem nur geringfügige Abweichungen vom Normalwert erkennen ließ, zeigte sich aber unter den Nachkommen der Piloten von Hochleistungskampfflugzeugen, soweit der Flugdienst der Väter sich in einen Zeitraum von einem bis einschließlich zwei Monaten ante conceptionem erstreckte, eine deutliche Zunahme an Mädchengeburten.

Diese führte unter den Nachkommen dieser Väter zu einer Sexratio von 95,86 bzw. 96,56; der χ^2 -Test ergab Werte von 2,63 bzw. 2,24, so daß die Abweichung der erniedrigten Sexratio vom Normalwert der Bevölkerung annähernd auf dem 10%-Niveau signifikant war. ($0,1 < p < 0,15$)

Die erniedrigte Sexratio in der Nachkommenschaft aller erfassten Hochleistungskampfflugzeugpiloten ist insgesamt nur auf dem 20%-Niveau signifikant, wenn hierbei auch die Sexratio der Piloten mit Flugdienst 3 Monate vor der Konzeption mit eingerechnet wird.

Ein Trend zu mehr Mädchen in der Nachkommenschaft ist auch bei den Piloten der Trainermaschinen zu finden. Während bei Flugdienst im Monat der Konzeption die Sexratio unter den Kindern noch nicht nennenswert verändert ist, fällt sie zunehmend weiter bis auf Werte von 96,55 und 93,68 ab, wenn die Väter zwei bis drei Monate vor der Konzeption im Flugdienst gestanden hatten.

Leider ist die Zahl der Nachkommen aus dieser Gruppe von Piloten zu klein - durchschnittlich wurden 344 Kinder beobachtet - um ein höheres Signifikanzniveau als unter 30% zu erreichen.
($0,2 < p < 0,3$)

Bei den Nachkommen der Hubschrauberpiloten wich die Sexratio nur wenig vom Normalwert ab, allerdings war auch hier in der Gruppe der Väter, die zwei Monate vor der Konzeption den berufsspezifischen Einwirkungen ausgesetzt waren, eine erniedrigte Sexratio von 97,7 festzustellen. Für diesen Wert kann kein hinreichendes Signifikanzniveau angegeben werden. Die Zahl der beobachteten Kinder liegt mit durchschnittlich 260 in dieser Gruppe am niedrigsten.

3.3. Diskussion der Ergebnisse

Der Schwerpunkt von SNYDERs Untersuchungen bei der U.S.A.F. lag auf der Unterscheidung der Flugzeugtypen, da er davon ausging, daß die spezifischen körperlichen Belastungen in Hochleistungskampfflugzeugen der Grund für eine veränderte Sexratio in der Nachkommenschaft der Piloten sein könnten. Infolgedessen betrachtete er die Flugzeugführer unterschiedlicher Flugzeugtypen getrennt, ohne besonderes Gewicht auf die Gesamtflugstundenzahl der Piloten zu legen. Obwohl er nur eine relativ kleine Zahl von Flugzeugführern (111) befragen konnte, zeigte seine Studie doch deutlich, daß besonders in der Gruppe der Hochleistungskampfflugzeugpiloten mehr Mädchen als Jungen geboren wurden.

Auch GOERRES betrachtete die Piloten der Deutschen Luftwaffe ebenfalls getrennt nach dem jeweils geflogenen Flugzeugtyp und unterschied zusätzlich nach der Gesamtflugstundenzahl. Diese Unterscheidung nach der kumulierten Flugbelastung erwies sich als sehr aufschlußreich, zeigten doch seine Daten, daß sowohl für Jetpiloten mit einer Flugzeit von mehr als 1000 Stunden das Geschlechterverhältnis der Nachkommenschaft mit einem Wert von 84,0 deutlich von der Norm abwich, wie auch bei den Kindern der Hubschrauberpiloten eine signifikante Abweichung mit einem Wert von 54,8 für die Sexratio auftrat. Diese Abweichung ergab sich ebenfalls erst nach der 1000. Flugstunde.

Die Ergebnisse von SNYDER sowie die Daten der RAF können mit den Werten von GOERRES nicht unmittelbar verglichen werden, da bei SNYDER nicht nach der kumulierten Flugstundenzahl gefragt wurde bzw. diese Angaben nicht zugänglich waren.

Für SNYDER und den Verfasser der vorliegenden Arbeit stand die Flugzeit vor dem Konzeptionstermin (0-3 Monate) im Vordergrund

der Fragestellung, da beide von einem spezifischen Einfluß des Fliegens unmittelbar auf die Spermiogenese der Piloten ausgingen.

GOERRES hat in seiner Datenerhebung lediglich Jahreszeiträume berücksichtigt, so daß die Belastung der Piloten zu dem Zeitpunkt vor der Konzeption ihrer Kinder nicht ausreichend erfaßt worden ist, um Aussagen über einen Einfluß auf die Spermiogenese machen zu können. Es wäre ja denkbar, daß ein Pilot mit einer hohen Flugstundenzahl gerade zu diesem Zeitpunkt sehr wenig belastet war und vice versa.

Die Einteilung nach Flugbelastung in definierten Zeitabschnitten vor der Konzeption erwies sich als fruchtbar, weil sowohl bei SNYDER als auch beim Verfasser ein Minimum der Sexratio, d.h. eine besonders hohe Anzahl an Mädchengeburten, bei den Vätern zu beobachten war, die in einem Zeitraum von annähernd 60 Tagen vor dem Konzeptionstermin im Flugdienst gestanden hatten. Möglicherweise ist dies ein Hinweis darauf, daß es sich um eine Veränderung im spermatogenetischen Zyklus der Spermien handelt, die schließlich zur Konzeption gelangen; eine solche Veränderung der sekundären Sexratio sollte folglich bei Unterbrechung des Flugdienstes von mehr als zwei Monaten nicht mehr zu beobachten sein.

Andererseits weisen die Ergebnisse von GOERRES, die eine deutliche Abnahme der sekundären Sexratio mit steigender Flugstundenzahl bei Jetpiloten zeigen, eher darauf hin, daß die Veränderungen mit zunehmender Flugstundenzahl immer deutlicher werden, somit die Abnahme des Geschlechterverhältnisses Ausdruck einer chronisch veränderten Spermiogenese sein könnte. Dann wäre zu erwarten, daß auch nach Beendigung der spezifischen Belastung die sekundäre Sexratio in der Nachkommenschaft erniedrigt bleibt. Eine solche berufsspezifische chronisch veränderte Spermiogenese könnte z.B. durch Varikozelen bedingt sein.

Es ist bekannt, daß die Varikozele "in hohem Maß für eine verminderte Zeugungsfähigkeit verantwortlich zu machen" ist, (GRUENAGEL et al., 1984, S. 2881) und ebenfalls, daß die Varikozele der häufigste pathologische Genitalbefund des Mannes ist. (MAUSS, 1969) Zwischen der Größe der Varikozele und dem Ausmaß der Störung der Spermatogenese besteht nach AGGER (1978) kein Zusammenhang. Die so geschädigten Spermien zeigen eine herabgesetzte Motilität sowie eine Verringerung der Spermien-dichte.

Neben idiopathischen Varikozelen kommen auch Abflußstörungen der Vena testicularis als Ursache in Betracht, die durch äußere Kompression wie z.B. durch Lymphknoten verursacht werden können. Im Zusammenhang mit Piloten ist hier an eine Kompression durch strammsitzendes Gurtzeug zu denken. "Die venöse Stauung führt am Hoden zu typischen morphologischen Veränderungen: Keimzellverlust in den Hodentubuli, interstitielles Ödem, Reduzierung der Leydigischen Zwischenzellen usw.". (SÖKELAND, 1984, S. 2885)

Nach SÖKELAND (1984) werden auch endokrine Veränderungen diskutiert, ein erhöhter Gehalt an Kortison und Katecholaminen wurde bei Patienten mit Varikozelen in der Vena testicularis festgestellt. Dieser erhöhte Katecholaminspiegel "kommt für einen schädigenden Einfluß auf das Hodengewebe in Betracht." (SÖKELAND, 1984, S. 2885) Auch dieser Aspekt ist im Zusammenhang mit der Situation von Piloten interessant, weil besonders die Piloten von Hochleistungskampfflugzeugen einer hohen Streßbelastung unterliegen; bekanntlich kommt es in Streßsituationen zu einer Ausschüttung von erhöhten Mengen an Katecholaminen und Glukokortikoiden.

Auch GOERRES ging von einem Stresskonzept als Grundlage seiner Untersuchung aus. Es sei aber kritisch bemerkt, daß er keinerlei pathophysiologische Veränderungen in Betracht zog, sondern sein gesamtes Konzept auf einer verhaltensbezogenen Grundlage fußt. Er geht davon aus, daß die unerfahrenen Piloten, die hoch belastet sind durch Ausbildung, Trennung von der Familie und häufige Prüfungssituationen, weniger häufige Kohabitationen haben als erfahrenere Piloten mit ruhigerem Berufs- und Familienleben. Dies führt nach GOERRES' Meinung bei den jüngeren Piloten zu mehr männlichen Nachkommen, weil die Kohabitation bevorzugt nur zu Zeiten hoher Appetenz der Partnerin - d.h. um den Ovulationstermin herum - stattfindet. Entsprechend sollte man bei den erfahrenen Piloten eine sekundäre Sexratio erwarten, die nicht wesentlich von den Werten der Normalbevölkerung abweicht.

Würde man GOERRES' Stresskonzept auf die Ergebnisse von SNYDER anwenden, so ergäbe sich daraus ein eklatanter Widerspruch für die Kinder der Piloten, die zum Zeitpunkt der Konzeption und davor gar nicht geflogen waren; das Berufs- und Familienleben dieser Piloten wäre als relativ ruhig und ausgeglichen mit durchschnittlich häufigen Kohabitationen anzunehmen, so daß verhältnismäßig mehr Mädchen geboren werden sollten. Tatsächlich wurden diesen Piloten aber deutlich mehr Jungen geboren, als dies zu erwarten war. (SSR 151,42)

SNYDER wurde von GOERRES dahingehend mißverständlich interpretiert, daß GOERRES annahm, SNYDER habe die Hypothese des Einflusses der spezifischen Flugbelastungen auf die sekundäre Sexratio erst nachträglich zur Erklärung seiner Ergebnisse formuliert. (GOERRES, S. 890) Es muß deutlich gesagt werden, daß SNYDERs Anliegen von vornherein die Untersuchung des Geschlechterverhältnisses der Nachkommenschaft von Piloten unter dem Aspekt der körperlichen Belastung gewesen ist. Von einem psychischen Stresskonzept, wie GOERRES es zugrundelegte, ist er nicht ausgegangen.

An dieser Stelle ist zudem darauf hinzuweisen, daß die Auffassung von GOERRES, in Friedenszeiten würden mehr Mädchen geboren als Jungen, nicht den Tatsachen entspricht. (GOERRES, S. 890) Die Veränderung des Geschlechterverhältnisses in Kriegs- und Friedenszeiten, wie sie unter Punkt 4.11. - Einfluß von Krieg und Frieden auf die Entwicklung des sekundären Geschlechterverhältnisses - in dieser Arbeit abgehandelt werden, lagen den Hypothesen von GOERRES zugrunde.

Tatsächlich werden in Kriegszeiten und kurz danach mehr Jungen als Mädchen geboren, dieses pendelt sich jedoch bald wieder auf einen "friedlichen" Normalwert ein, der aber immer noch eine Verschiebung der Sexratio zugunsten der Jungengeburten mit einem Wert von ca. 106 zeigt.

Eine allzu grobe Vereinfachung des wirklichen Sachverhalts ist es wohl auch, wenn GOERRES behauptet, daß es keine meßbaren Auswirkungen des Fliegens auf die Spermiogenese gebe, weil er am Beispiel der Radarstrahlung in seiner Untersuchung gezeigt habe, daß keine Effekte festzustellen waren. GOERRES zieht diesen Schluß aus der Tatsache, daß die Entwicklung des Geschlechterverhältnisses in der Nachkommenschaft sowohl von Helicopter- als auch von Jetpiloten gleichsinnig verlaufe; da erstere keiner Radarstrahlung ausgesetzt sind, letztere hingegen schon, sei dies ein ausreichender Beleg, um einen spezifischen Einfluß der Radarstrahlung auf die Spermiogenese zu verneinen.

Die Reduzierung relevanter physiologischer Variablen, wie sie eingangs unter dem Punkt "Physische und Psychische Belastungen von fliegendem Personal ..." dargestellt wurden, auf die Radarstrahlung allein ist wohl nicht ausreichend. Medizinische Aspekte sind insgesamt in GOERRES' Untersuchung kaum berücksichtigt, was nicht verwundert, da er ja erklärtermaßen eigentlich nicht in erster Linie die Entwicklung des Geschlechterverhältnisses in Abhängigkeit vom Fliegen in Hoch-

leistungskampfflugzeugen untersuchen wollte, sondern die Auswirkungen von Streß auf die Sexratio in den Mittelpunkt seiner Untersuchung stellte.

GOERRES weist darauf hin, daß es ihm nicht gelungen sei, der Literatur überzeugende Hinweise für eine Schädigung der menschlichen Spermatogenese durch flugspezifische Belastungen zu entnehmen; dies kann nicht verwundern, da es unmittelbar zu diesem eng eingegrenzten Thema außer SNYDERs Untersuchung vermutlich nur wenig Literatur gibt. Über physiologische Effekte, die durch Hochgeschwindigkeiten und Fliegen unter hohem psychophysischem Streß hervorgerufen werden, gibt es Hinweise in der Fachliteratur, die über Einflüsse von Sauerstoff auf Drosophilaspermien (BAKER und v.HALLE, 1953), menschliche Grenzen bezüglich Beschleunigungen und plötzlicher Richtungsänderungen (MATTHEWS, 1944) sowie Fliegen in großen Höhen und damit verbundenen physiologischen Veränderungen (McFARLAND, 1937) bis zu Auswirkungen des Fliegens auf den zeitlichen Ablauf des weiblichen Zyklus gehen. (DOHERTY, 1945)

Es bleibt unklar, warum GOERRES den bei seinen Auswertungen deutlich erkennbaren Unterschied bei allen Piloten hinsichtlich der Entwicklung der Sexratio relativ zur Flugstundenzahl nicht ausreichend deutlich hervorhebt. Seine Werte für Piloten mit einer Gesamtstundenzahl von weniger als 1000 Flugstunden zeigen zwar noch kaum Abweichungen von den Normalwerten, was aber nicht davon ablenken kann, daß sich doch deutliche Schwankungen bei einer höheren Gesamtflugstundenzahl aufzeigen lassen. Gerade durch GOERRES' Daten war erstmals innerhalb der Deutschen Luftwaffe bei allen Hochleistungskampfflugzeugpiloten, die zu Zeiten der Konzeption ihrer Nachkommen bereits mehr als 1000 Stunden Gesamtflugzeit hatten, eine hochsignifikante Zunahme von Mädchengeburten zu verzeichnen gewesen. (SSR 72,55; $p < 0,01$)

Die Untersuchungen von SNYDER und GOERRES stimmen in dem Ergebnis bezüglich der Transportflugzeugpiloten dahingehend überein, daß beide eine deutlich erhöhte Sexratio fanden, was einer vermehrten Anzahl von männlichen Nachkommen entspricht. SNYDER fand Werte von 151-166 und GOERRES fand bei Transportflugzeugpiloten ab der 1000. Flugstunde eine Sexratio von 212,76. In seinen Ausführungen sagt GOERRES allerdings, daß die von ihm gefundenen Werte "in keinem Punkt von denen der Normalbevölkerung abweichen". (GOERRES, S. 891) SNYDER vermutete hinter diesem Ergebnis ein Artefakt, das sich durch die geringe Zahl an Probanden, die er beobachten konnte, ergeben hat. Die von der RAF übermittelten Daten stützen diese Auffassung, da bei einer großen Zahl von Nachkommen von Transportflugzeugpiloten keine signifikante Abweichung vom Normalwert zu beobachten war; der Mittelwert der RAF-Daten lag bei einer sekundären Sexratio von 107,27.

Bei der Untersuchung von GOERRES hat möglicherweise auch der Zweck im Vordergrund gestanden, Beunruhigungen der Piloten durch eine Bestätigung des langbekannten Gerüchts entgegenzutreten. Im großen und ganzen findet die Hypothese von SNYDER, daß nämlich mit der Flugbelastung in Hochleistungskampfflugzeugen die Häufigkeit der Mädchengeburten in der Nachkommenschaft steige, sowohl durch die Zahlen von GOERRES wie auch durch die eigene Untersuchung des Verfassers bei den Piloten der Royal Air Force von Großbritannien durchaus Bestätigung.

Im folgenden soll nunmehr eine Darstellung der in der Literatur beschriebenen Einflußfaktoren auf das Geschlechterverhältnis, soweit sie erwiesen sind oder auch vermutet werden, gegeben werden. Dies kann nur ein eklektizistischer Ansatz sein, da viele verschiedene und nicht zuletzt verschieden wahrscheinliche Ursachen angenommen werden, die die Ausprägung der Sexratio beeinflussen sollen.

4. WEITERE FAKTOREN MIT EINFLUß AUF DIE SEXRATIO IM LITERATURÜBERBLICK

4.1. Einfluß des Zeitpunktes der Insemination im Verhältnis zur Ovulation auf das Geschlechterverhältnis

Einige Autoren gaben an, daß Knaben früher im Zyklus als Mädchen gezeugt werden. (SIEGEL, 1916; JAMES, 1971) KLEEGMAN (1954) findet jedoch bei Inseminationen kurz vor oder direkt am Ovulationstermin zu 70-80% eine männliche Nachkommenschaft, während bei Inseminationen zwei Tage vor der Ovulation in der Mehrzahl Mädchen resultieren.

Eine eindrucksvolle Studie von GUERRERO (1974), bei der die Kohabitationen in zeitlicher Relation zur körperlichen Basaltemperatur stattfanden, zeigt eine sehr hohe sekundäre Sexratio (>200) bei Insemination am Ovulationstag oder später und ein sehr niedriges Geschlechterverhältnis - entsprechend mehr Mädchen - bei Insemination drei oder mehr Tage vor der Ovulation.

Dabei ist nach GUERRERO (1970, 1974) zwischen künstlicher Insemination und Insemination durch Kohabitation zu unterscheiden. Er fand, daß bei künstlicher Befruchtung am Ovulationszeitpunkt in 60% aller Fälle männliche Nachkommen entstehen, bei der Kohabitation zum selben Zeitpunkt jedoch in 54% weibliche Nachkommen, also weniger männliche Nachkommen. Diese Diskrepanz beruht vermutlich darauf, daß der Ovulationstag im Fall der künstlichen Insemination genauer terminiert wird als bei der ausschließlichen Verwendung der Basaltemperaturkurve, die in etwa 20% Fehlinformationen über die tatsächliche Ovulation gibt. (MOGHISSI, SYNER und BOVIN, 1976)

Im Gegensatz zu den bisher genannten Ergebnissen schließt COHEN (1967) aus seinen Beobachtungen, daß eine Abhängigkeit des Geschlechterverhältnisses vom Zyklustag nicht besteht. Demgegenüber konnten auch HATZOLD mit großangelegten statistischen Untersuchungen (1973) sowie SHETTLES (1973) und RICHARDSON (1975) die Ergebnisse von KLEEGMAN (1954) und GUERRERO (1970) bestätigen, so daß gesichert zu sein scheint, daß männliche Nachkommen um so wahrscheinlicher sind, je näher die Kohabitation am Ovulationszeitpunkt stattfindet.

Die Autoren erklären dieses mit der Theorie der höheren Penetrationsfähigkeit der kleineren und schnelleren Androspermien und der daraus resultierenden größeren Befruchtungschance zum Ovulationszeitpunkt. An zeitlich dem Ovulationstermin ferner gelegenen Kohabitationen haben die größeren und langsamer migrierenden Gynospermien eine höhere Befruchtungsaussicht, da sie länger im Scheidenmilieu und im Vaginalmilieu überleben können.

4.2. Geburtenrang und sekundäres Geschlechterverhältnis

Über die statistische Beziehung zwischen der Sexratio auf der einen und dem Geburtenrang auf der anderen Seite gibt es seit vielen Jahren umfangreiche sich im großen und ganzen bestätigende Untersuchungen (RUSSEL, 1936; CIOCCO, 1938, MacMAHON, 1953, MYERS, 1954; COLOMBO, 1957), und es ist allgemein anerkannt, daß das sekundäre Geschlechterverhältnis mit steigendem Geburtenrang abfällt. (NOVITZKI und KIMBALL, 1958; RUBIN, 1967; STERN, 1973)

Neuere Daten finden sich in den umfassenden Untersuchungen von GARFINKEL und SELVIN (1976), die 1,5 Millionen "weiße" Geburten erfaßten, sowie bei ERICKSON (1976), der die Geburten von 3,7 Millionen Japanern analysierte und auch dort eine starke negative Korrelation zwischen Sexratio und Geburtenrang feststellen konnte.

Die Autoren stimmen darin überein, daß bei den Erstgeburten der Index der sekundären Sexratio am höchsten ist und der prozentuale Knabenüberschuß mit zunehmender Geburtenzahl bis zum 5. Kind kontinuierlich absinkt, um dann bei weiteren Geburten stabil zu bleiben. Der Anteil an Knaben unter den Erstgeborenen beträgt etwa 51,6% (SSR 106,5) und fällt bis um 0,6% beim fünften und allen weiteren Kindern (SSR 103,9).

Obleich das Verhältnis zwischen Geburtenrang und Sexratio von größter statistischer Signifikanz ist, darf der geringe Zahlenwert des Einflusses nicht übersehen werden, so daß der Geburtenrang als primärer Einflußfaktor bezüglich des Geschlechterverhältnisses ausscheidet. (GARFINKEL und SELVIN, 1976)

4.3. Geburtenrang, sekundäre Sexratio und Alter der Eltern

Bei der Betrachtung der Auswirkungen des Geburtenranges eines Kindes und seinem Geschlecht ist auch das Alter der Eltern eine Einflußgröße, die in diesem Zusammenhang berücksichtigt werden muß.

Während TEITELBAUM (1972) und ERICKSON (1976) meinen, daß nach Korrektur ihrer Zahlen der ermittelten Geburtenrangeffekte die sekundäre Sexratio unabhängig vom Alter der Eltern sei, berichten RUSSEL (1936) und LAWRENCE (1941) sowie TAKAHASI (1954) und RUBIN (1967) von einer Zunahme des Mädchenanteils an den Geburten, wenn das Alter der Eltern weiter fortgeschritten war. Für beide Geschlechter zeigt sich vom 20.-25. Lebensjahr zum einen bis zum 40.-45. Lebensjahr zum anderen eine Abnahme des Knabenüberschusses von 12-15%.

Einige Autoren finden das Geschlechterverhältnis nur vom Alter eines Elternteils abhängig. So berichten LOWE (1950) und RUBIN (1967) von einer erhöhten Zahl an Mädchengeburten in Verbindung mit steigendem Alter der Mutter, wie auch HYTTEN und LEITCH (1971)

Zahlen aus einigen Ländern zitieren, die eine zwar kleine, aber konsistente Abnahme der Sexratio mit zunehmendem Alter der Mutter belegen.

Diese Entwicklung des Geschlechterverhältnisses mit steigendem Alter der Mutter tritt auch bei älteren Erstgebärenden ein. HOFFMANN (1979) stellt die Hypothese auf, daß in zunehmendem Maße wegen wirtschaftlicher und beruflicher Bedingungen lange Zeit hormonelle Antikonception betrieben wird und die nach Absetzen der hormonellen Antikonceptiva beschriebenen längeren Zyklen einen Vorteil für die länger lebenden X-Spermien bringen.

Das beschriebene Verhalten der Sexratio kehrt sich jedoch bei Frauen, die nach dem 45. Lebensjahr noch reproduktiv sind, um, und es tritt eine dramatische Zunahme der Sexratio auf Werte von 120-130 auf. (HYTTEN, 1982)

Demgegenüber schließt IMAIZUMI (1979) einen mütterlichen altersabhängigen Einfluß auf die Entwicklung des Geschlechterverhältnisses explizit aus.

Einen paternalen Einflusseffekt bezüglich des Alters der Väter zeigten die Ergebnisse der Untersuchungen von NOVITZKI und KIMBALL (1958), auch GARFINKEL und SELVIN (1976) konnten die Möglichkeit eines wenn auch geringen, so doch eindeutigen Effekts des väterlichen Alters auf die Entwicklung der Sexratio nicht widerlegen. Auch IMAIZUMI (1979) konnte bei den 3,7 Millionen Geburten in Japan, die er untersucht hatte, einen Zusammenhang zwischen der Sexratio und dem Alter der Väter feststellen: mit steigendem Alter der Väter nahm die Sexratio der Kinder kontinuierlich ab. Auch die Arbeiten von JAMES (1971) und ROBERTSON und SHEARD (1973) verdeutlichen diese Entwicklung.

4.4. Soziale Einflußfaktoren auf das Geschlechterverhältnis

Im Zusammenhang mit sozialen Einflußfaktoren auf das Geschlechterverhältnis gibt es widersprüchliche Annahmen und Befunde.

Zunächst ist die Tabelle von FIRCKS (1889) zu nennen, in der für die Jahre 1877 bis 1886 in Preußen für die oberen Klassen (Rentner, Privatiers) die Sexratio mit 109,5 angegeben ist und über 13 Klassen bis zu den Dienstboten auf 102,6 abfällt.

Auch in den Arbeiten von WINSTON (1932), RUSSEL (1936), CIOCCO (1938), STRANDSKOV und ROTH (1949) und TEITELBAUM (1971a, 1971b) kommen die Autoren zu der Auffassung, daß in höheren sozialen Schichten die sekundäre Sexratio der Nachkommenschaft größer sei als niedrigeren gesellschaftlichen Schichten.

ERICKSON (1976), der die Geschlechter von 5 Millionen Geburten in den Vereinigten Staaten von Amerika unter gleichzeitiger Berücksichtigung mehrerer Einflußfaktoren auf das Geschlechterverhältnis untersuchte - wie Geburtenrang, Alter der Mutter und des Vaters, Rasse sowie Ausbildungsstand des Vaters als Indikator für soziale Schichtzugehörigkeit - wie auch ROSTRON und JAMES (1977), die eine ähnliche Studie ebenfalls mit verschiedenen Variablen unter Zugrundelegung von 1 Million Geburten durchführten, konnten keinerlei Anzeichen für eine Abhängigkeit zwischen sozialer Schicht und Sexratio der Kinder feststellen.

Sicher ist, daß Frauen aus den sozial niedrigeren Schichten sich im Regelfall weniger schonen können während der Schwangerschaft wie auch bekanntermaßen die gehobeneren sozialen Schichten weniger Kinder haben, so daß der Einfluß des Geburtenrangs hier zum Tragen kommt.

4.5. Sexratio und Ovulationsstörungen

Bei der Behandlung von Ovulationsstörungen mit dem Medikament Clomiphen beschreiben POTASHNIK et al. (1983) ein Absinken der Sexratio auf 29,4, was einen großen Mädchenüberschuß bedeutet. Die betrachtete Zahl von Fällen war allerdings sehr klein: Bezüglich der Behandlung bei Ovulationsstörungen wurden 22 Kinder beobachtet, davon waren 17 Mädchen und 5 Jungen.

4.6. Sexratio und Oligospermie

Dieselben Autoren berichten auch über Behandlungen von Fertilitätsstörungen bei Männern. Es wurden hier im Anschluß an die Behandlung 42 Schwangerschaften beobachtet, in denen 28 Mädchen und 14 Jungen entstanden. Der Grund für die Behandlung war in allen Fällen eine Oligospermie.

4.7. Sexratio und Gonadotropinspiegel (FSH, LH)

Nicht genau geklärt ist der Einfluß erhöhter Gonadotropinspiegel auf die sekundäre Sexratio. Nach JAMES (1980) wird das Geschlecht einer Zygote durch maternale Gonadotropinspiegel beeinflusst. MILHAM S.jr. (1980) berichtet von einer erhöhten sekundären Sexratio bei hohen mütterlichen Gonadotropinspiegeln. Seine epidemiologischen Untersuchungen über Zwillinge und seine anatomischen Studien der Hypophyse ergaben Hinweise darauf, daß die Bildung von zweieiigen Zwillingen ein Indikator für erhöhte hypophysäre Gonadotropinaktivität sein könnte. (MILHAM S.jr., 1964)

Seine Auswertungen von 1513 Schwangerschaftsanamnesen von Frauen, die jemals eine verschiedengeschlechtliche Zwillingsgeburt hatten, zeigten weder bei Einzelgeburten noch bei Zwillingsgeburten einen Mädchenüberschuß. Die sekundäre Sexratio war sogar leicht erhöht und lag bei 110. Wie erwartet, fand er eine hohe Rate an wiederholten Zwilling- und Drillings-schwangerschaften sowie niedrige Raten an Spontanaborten und Totgeburten.

MILHAM stellte in seinen Untersuchungen einen Überschuß an männlichen Einzelgeburten immer dann fest, wenn die Mütter in ihrer ersten oder zweiten Schwangerschaft eine Zwillingsgeburt mit Junge und Mädchen gehabt hatten. Er untersuchte 423 Jungen und 340 Mädchen, die Sexratio betrug 126; die Ergebnisse waren auf dem 0,05%-Niveau signifikant.

Nach seiner Meinung rührt der Knabenüberschuß in den beschriebenen Geschwisterschaften mit zweieiigen Zwillingen von einer angeborenen Tendenz der Mutter zu Hypersekretion von FSH und LH mit entsprechend gesteigerter Sekretion von Östrogen und Progesteron her.

Erhöhte Blutspiegel von Geschlechtshormonen haben jedoch nicht nur bei Frauen, sondern auch bei Männern Einfluß auf die Fortpflanzung. Aus einer Klinik in Budapest gibt es Berichte, wonach signifikant mehr Jungengeburten registriert wurden bei Schwangerschaften, bei denen der Vater vor der Befruchtung wegen bestehender Infertilität mit Testosteron oder Gonadotropinen behandelt worden war. (Vgl. 4.6.)

(SAS und SZÖLLÖSI, 1980)

Die Möglichkeit der Beeinflussung des Geschlechterverhältnisses durch die Gabe von physiologischen Dosen von Östrogenen und Progesteron ist auch bei Ratten gesichert. (HAHN und HAYS, 1963)

4.3. Sexratio und Blutgruppe der Mutter

Schon 1925 wurde in Berichten von HIRSZFELD und ZBOROWSKI eine Abhängigkeit des sekundären Geschlechterverhältnisses von der maternalen Blutgruppe im ABO-System erwähnt. Es hatten sich mit großer statistischer Sicherheit (Signifikanzniveau 0,05%) Hinweise darauf ergeben, daß Mütter mit der Blutgruppe AB eine höhere Sexratio in ihrer Nachkommenschaft haben als Mütter mit den Blutgruppen A, B oder O.

Diese Beobachtungen finden in neuerer Zeit Bestätigung: ALLAN (1972) wertete eine große Zahl an Daten über Blutgruppen von Mutter und Kind für die Zeit von 1924-1972 aus und korrelierte sie mit der sekundären Sexratio. In seiner Arbeit von 1972 kommt er zu dem gleichen Ergebnis wie HIRSZFELD und ZBOROWSKI und schreibt über die Abhängigkeit des prozentualen Anteils an männlichen Nachkommen, daß Mütter mit der Blutgruppe AB einen höheren Anteil an Jungen gebären ($56 \pm 1\%$) als Mütter mit einer anderen Blutgruppe ($51 \pm 0,2\%$). Der Erwartungswert betrug 106:100 entsprechend 51,5% zu 48,5%.

ALLAN (1972) kommt wie SANGHVI (1951) zu dem Ergebnis, daß die Sexratio außerdem davon abhängig ist, ob die Kinder die gleiche oder eine andere Blutgruppe haben als die Mutter: die Sexratio bei Kindern der Blutgruppe B und O, deren Mütter ebenfalls diese Blutgruppe haben, war erhöht gegenüber der von Kindern mit der Blutgruppe A von Müttern mit der Blutgruppe A. Bei non-B-Kindern von B-Müttern wie auch bei non-O-Kindern von O-Müttern war die Sexratio im Vergleich zu non-A-Kindern von A-Müttern erniedrigt.

Diese Befunde decken sich auch mit denen von COHEN und GLASS (1956), ebenso mit den Ergebnissen von GLORIA-BOTTINI (1979), deren Daten zeigen, daß die alkalische Plazentaphosphatase ein weiterer Faktor mit Einfluß auf das humane Geschlechterverhältnis ist, und daß eine enge Relation zwischen dem ABO-Phänotyp, dem fetomaternalen ABO-Kompatibilitätsstatus und dem Plazentaphosphatase-Phänotyp bezüglich der Auswirkungen auf das Geschlechterverhältnis der Nachkommenschaft besteht.

4.9. Hepatitisinfektion und Auswirkung auf die Sexratio

Für die kleine ländliche Stadt Brigg in England war der Ausbruch einer schweren Hepatitisepidemie im Jahre 1967 ein schlimmes Ereignis. Bei einer Gesamtbevölkerung von 5120 Personen trat in 62 Fällen (12,8/1000) ein offensichtlicher Ikterus auf, während im

Umland von Brigg nur 0,27 Fälle von Gelbsucht pro Einwohner registriert wurden. Dabei waren die Erkrankungsfälle mit subklinischem und anikterischem Verlauf noch nicht mitgezählt, von deren Zahl man nach allgemeiner Auffassung annehmen darf, daß sie das Ausmaß der klinischen Fälle mit manifestem Ikterus in der Regel weit übersteigt.

ROBERTSON und SHEARD (1973), die im Zusammenhang mit der Hepatitis-epidemie die Schwankungen des Geschlechterverhältnisses in Brigg und Umgebung untersuchten, gingen von der Persistenz subklinischer Infektionen bis 1970 aus.

Bei der Betrachtung der Schwankungen der Sexratio über die Jahre fiel den Autoren ein abnorm niedriger Wert für das Jahr 1969 auf. Es wurden 65 Geburten mit einer Sexratio von 51,0 registriert, was einer hohen Zahl an Mädchengeburten entspricht. Die Autoren erklärten sich diese Verminderung der Sexratio mit einer selektiv schädigenden Wirkung der Hepatitisviren auf die Lebensfähigkeit der Androspermatozoen.

In solch einem Fall könnten die Gynospermatozoen natürlich bei der Penetration von Mukus oder Ovum im Vorteil gewesen sein, es ist auch eine schädigende Wirkung der Hepatitisviren auf die männlichen Keime nach der Konzeption denkbar, was durch eine erhöhte Zahl an Aborten und Fehlgeburten auch zu einer reduzierten männlichen Geburtenzahl hätte führen können.

Auch DREW et al. (1978) stellen eine Beziehung zwischen Hepatitis-B-Viren und an männliche Zellen gebundenen Antigenen mit der Folge einer veränderten Sexratio fest.

4.10. Tabakgenuß der Mutter und Geschlechterverhältnis

Von einer reduzierten Sexratio in der Nachkommenschaft rauchender Mütter mit Werten, die bis unter 100 absinken, ist wiederholt berichtet worden. Ausführliche Angaben finden sich bei BUTLER und ALBERMAN (1969).

4.11. Einfluß von Krieg und Frieden auf die Entwicklung des sekundären Geschlechterverhältnisses

In Kriegen, Hungersnöten und ähnlichen Notzeiten werden im Vergleich zu ruhigeren, "guten" Zeiten verhältnismäßig mehr Knaben geboren. Es steht nicht genau fest, wo und wann diese Erkenntnis zuerst auftrat. PRINZING (1930) gibt jedoch an, daß bereits J.P. SÜSSMILCH 1741 in seinem vielzitierten Werk "Die göttliche Ordnung in den Veränderungen des menschlichen Geschlechts" diese Tatsache erwähnt. Demgegenüber betonen LUDWIG und BOOST (1940), daß SÜSSMILCH selbst, der "Begründer der biologischen Statistik im heutigen Sinne", die Erscheinung in den beiden von ihm selbst verfaßten Auflagen seines Werkes nicht erwähnt, daß sich also PRINZINGs Meinung auf eine der späteren, vom Autor SÜSSMILCH nicht mehr selbst bearbeiteten Ausgaben beziehen müsse.

DÜSING (1890) spricht von einer "sehr bekannten, niemals bezweiferten Erscheinung", was die Veränderung des Geschlechterverhältnisses in Notzeiten betrifft. Nach LUDWIG und BOOST (1943) war für den Deutschen Krieg 1866 und für den Deutsch-Französischen Krieg 1870/71 in Deutschland ein Anstieg des Geschlechterverhältnisses feststellbar; für die Zeit des Ersten Weltkrieges 1914-1918 berichten sie von einer Steigerung um 2,5% auf 108.



Abb. 1: Sekundäre Sexratio in Deutschland in den Jahren 1900-1935, aus LUDWIG und BOOST (1940)

Bis in den Zweiten Weltkrieg läßt sich diese Entwicklung bestätigen. (de RUDDER, 1950; CREW, 1952; MacMAHON, 1954) Infolge des sehr großen statistischen Materials (Daten der Standesämter) konnte die Beobachtung mit einer Wahrscheinlichkeit von einer Quintillion zu 1 gesichert werden. (LUDWIG, 1940)

Das auffälligste Ergebnis aller Untersuchungen war bezüglich der Veränderungen des Geschlechterverhältnisses in Kriegs- und Notzeiten das Abweichen von der empirisch gesicherten durch RAUBER (1900) formulierten und von TSCHUPROW (1915) an großem statistischem Material erhärteten Tatsache, daß sich die sekundäre Sexratio und die Häufigkeit der Fehl- und Totgeburten umgekehrt proportional zueinander verhalten. (PFAUNDLER, 1936; LUDWIG, 1943; HIENZ, 1959)

Die Regel von Ludwig-Boost gilt in Kriegszeiten ebenfalls nicht mehr: Sie besagt, daß ungünstige mütterliche Lebensbedingungen die sekundäre Sexratio senken und die Totgeburtenhäufigkeit steigern, gute Lebensbedingungen bewirken das Gegenteil. Den Krieg als schlechte Zeiten für Schwangere einzustufen, bleibt sicherlich unbestritten. Von einem erheblich verminderten Schonungsniveau der Schwangeren ist auszugehen, man denke nur an die erhöhte Berufstätigkeit der Frau, an den Ersatz des Mannes in Landwirtschaft und Betrieb, die verschlechterte ärztliche Betreuung sowie die erschwerte Haushaltsführung mit angespannter Versorgungslage.

Die in Kriegszeiten festzustellende Zunahme der Totgeburtenhäufigkeit mit Knabenbevorzugung bestätigt die empirisch gefundene PFAUNDLER'sche "Aggressionsregel des Geschlechterverhältnisses", die besagt, daß bei neu einsetzenden allgemeinen Gefahren die ersten Opfer etwas mehr die durchschnittlich hinfälligeren Knaben als die Mädchen sind. (PFAUNDLER, 1936)

Es scheint jedoch nicht denkbar, daß der Krieg eine wirkliche Ausnahme von TSCHUPROWS und der LUDWIG-BOOST'schen Regel bringen

wird, und eine Reihe von Theorien wurden aufgestellt, um die rätselhaften Erscheinungen zu erklären: "Die Auswirkungen schlechter mütterlicher Umwelt konnten im Krieg unmöglich fehlen oder ins Gegenteil verkehrt werden, sie konnten bestenfalls durch einen weiteren besonderen Einfluß überdeckt werden." (de RUDDER, 1950)

Am häufigsten wurde die in Kriegszeiten festgestellte Zahl an erhöhten Erstgeburten zur Erklärung herangezogen. Infolge der Kriegstraumungen und aus anderen Gründen, z.B. Geburtenbeschränkung bei kinderreichen Familien, gab es tatsächlich mehr Erstgeburten, nach Berechnungen von LUDWIG und BOOST (1943) wäre hierdurch jedoch nur eine Steigerung des Geschlechterverhältnisses von 0,03% zu erwarten gewesen, nicht aber ein Anstieg um 2,5% wie der beobachtete Wert.

Noch FILSER (1956) führt die Steigerung der Sexratio im Krieg auf vermehrte Erstlingsgeburten zurück und fügt hinzu, daß die Frauen sich bei der ersten und zweiten Schwangerschaft mehr schonten als bei den darauffolgenden. Zudem gäbe es weniger Abtreibungsversuche, wodurch die relativ empfindlicheren männlichen Föten ungestörter ausreifen könnten.

COLOMBO (1957) und CREW (1952) führten statistische Untersuchungen zum Thema Krieg und Geschlechterverhältnis durch und bezogen als erste Überlegungen zu den Auswirkungen von Streß auf die Ausbildung der sekundären Sexratio mit in ihre Betrachtungen ein. Die von ihnen aufgestellte Hypothese besagt, daß während und kurz nach Kriegen die sexuelle Aktivität wegen häufiger Abwesenheit des Partners und schlechter Ernährung gering ist, so daß der Geschlechtsverkehr zu Zeiten hoher Appetenz der Frau stattfindet. Diese Zeit liegt um den Termin des Eisprungs herum und ausgehend von der größeren Mobilität und Migrationsfähigkeit der Androspermien haben diese so eine höhere Wahrscheinlichkeit, im Wettlauf mit den langsameren Gynospermien zur Befruchtung zu gelangen.

Anders sind die Verhältnisse während Friedenszeiten. Es wird angenommen, daß eine höhere sexuelle Aktivität herrscht, so daß am Eisprung mit größerer Wahrscheinlichkeit noch Spermatozoen von vorangegangenen Kohabitationen auf ihrem Weg sind und daß dieses GynospERMatozoen sind, weil sie eine längere Lebensdauer haben. Auf diese Weise kommen in Friedenszeiten mehr weiblich determinierte Spermien zur Befruchtung als in streßbeladenen Kriegs- und Nachkriegszeiten, in denen durch ein anderes Sexualverhalten eher die männlich determinierten Spermien eine Befruchtungschance haben.

DeRUDDER (1950) nimmt die in Kriegszeiten schlechte Ernährungslage mit entsprechendem Eiweißmangel als Ansatzpunkt für eine Erklärung der erhöhten Sexratio. Grundlage für seine Überlegungen waren die seinerzeit neuen Befunde über die Befruchtung des Säugereies, die im Eiweißhunger eine Verminderung der Hyaluronidase im Sperma gezeigt hatten. DeRUDDER stellte die Hypothese auf, daß bei fermentschwachem Sperma der Prozeß der Eihüllenverflüssigung verlangsamt abläuft und durch eine kolloiddynamische Zertation im letzten Stadium des Spermienwettkampfs eine Begünstigung der AndrospERMatozoen eintritt, wodurch es dann letztendlich zu mehr Knabengeburten komme.

4.12. Sexratio und saisonale Einflüsse

Eindeutig sind auch saisonale Faktoren an den Schwankungen der sekundären Sexratio beteiligt, wenn auch der zugrundeliegende Mechanismus noch nicht sicher aufgeklärt ist. (LYSTER, 1965; PARKER, 1978)

Für die nordamerikanische Bevölkerung berichtet LYSTER (1971) von einem kontinuierlichen Ansteigen der Sexratio bezogen auf den jeweiligen Konzeptionsmonat von Februar bis zur Kulmination im September, gefolgt von einem anschließenden Wiederabfall. Damit lag das Maximum an Knabengeburten im Monat Juni.

Hierdurch wurden die Daten von RUSSEL (1936) bestätigt, der ebenfalls für die amerikanische Bevölkerung einen signifikanten Anstieg des Index im dritten Jahresquartal ermittelt hatte bezüglich des Konzeptionsmonats.

Aus der Bundesrepublik Deutschland gibt es die Untersuchungen von HOFFMANN (1979), der unter Fortführung seiner früheren Studien (HOFFMANN 1976, 1978) anhand von Daten des Statistischen Amtes der Stadt Essen unter Berücksichtigung von 63976 Lebendgeborenen der Jahre 1965 bis 1970 eine saisonale Schwankung des sekundären Geschlechterverhältnisses nachweisen konnte. Bei einem mittleren Geschlechterverhältnis von 106,6 fand sich ein monatliches Maximum der Sexratio bezogen auf den Konzeptionsmonat in den Monaten Mai und Juni mit einem Spitzenwert von 110,6 für den Monat Juni, so daß die höchste Zahl von Knaben-geburten im März zu verzeichnen war.

LYSTER (1971), RUSSEL (1936) und HOFFMANN (1979) kommen übereinstimmend zu dem Ergebnis, daß das Maximum der sekundären Sexratio in die jeweilige Phase der höchsten Fertilität fällt. HOFFMANN äußert in diesem Zusammenhang die Hypothese, daß in der Phase der höchsten Fertilität ein Mehr an ovulationsnahen Kohabitationen erfolgt. Hierdurch würden dann nach den zitierten Untersuchungen im Abschnitt 4.1. "Einfluß des Zeitpunktes der Insemination im Verhältnis zur Ovulation auf das Geschlechterverhältnis" die Befruchtungsaussichten der kleineren und schneller penetrierenden Androspermatozoen begünstigt. Nimmt man die Studien von JAMES (1980) hinzu, der eine konsistente, wenn auch geringe saisonale Variation der sekundären Sexratio mit einem Minimum im Spätherbst und Winter nachweisen konnte, läßt sich zusammenfassend feststellen, daß das sekundäre Geschlechterverhältnis bei Konzeption im sommerlichen Konzeptions-optimum ansteigt.

4.13. Umweltbelastungen und Sexratio

Einige Wissenschaftler sehen Zusammenhänge zwischen erhöhten Umweltbelastungen, wie z.B. Luftverschmutzung und veränderten Geschlechterverhältnissen. Die Beobachtungen bezüglich der meteorologischen Einflüsse auf die Sexratio brachten Lyster (1974) auf die Idee zu prüfen, ob vielleicht der Smog, der den Großraum London fünf Tage lang im Dezember 1952 eingehüllt hatte, spätere Auswirkungen auf die Sexratio gezeigt hatte.

Ihn interessierte das Geschlechterverhältnis der 320 Tage nach diesen Smogtagen in London registrierten Geburten und tatsächlich konnte er zeigen, daß die Sexratio mit einem Wert von 75,5 (109 Jungen, 144 Mädchen) seine Hypothese vom Einfluß der Luftverschmutzung bzw. der meteorologischen Verhältnisse auf die Sexratio stützte.

Scragg et al. (1977) berichteten von einem signifikant höheren Jungenanteil unter den Totgeburten in Port Pirie, Südaustralien, im Vergleich zu dem sonstigen in Südaustralien registrierten Verhältnis. Nach Meinung der Autoren sei ein ursächlicher Zusammenhang mit der stark schmutzbelasteten Luft durch die vielen an diesem Ort gelegenen Hochöfen wahrscheinlich.

Ähnliche Abweichungen vom normalen Geschlechterverhältnis fand Lyster (1981) in einem Gebiet in New South Wales, Australien. In Port Kembla wiesen die Geburtsjahrgänge von 1966-1980 im Vergleich zur Umgegend signifikant (4%) weniger Jungen als Mädchen auf. Port Kembla liegt ebenfalls in einem Gebiet, in dem sich die ansässige Bevölkerung ihr tägliches Brot fast ausschließlich in den vielen Stahlfabriken verdient. Der Mädchenüberschuß war seit 1965 feststellbar und wurde mit dem Ansteigen der Geburtenzahl 1980 signifikant.

Nach Lysters Meinung unterliegt auch die Luftbelastung saisonalen Schwankungen, weshalb diese auch zu einer Saisonalität der Sexratio beitragen könne. Dieser Typ von Saisonalität ist für New South Wales,

Australien, bekannt (PARKER, 1978) wie auch für die gesamte Bevölkerung der Vereinigten Staaten von Amerika. (LYSTER, 1980)

4.14. Umwelt und Geschlechterverhältnis: Wetterphänomene, Wasserstatus

Vollständig ungeklärt ist ein möglicher biochemischer Mechanismus, der eine Serie von Beobachtungen erklären könnte, nach denen sich das Geschlechterverhältnis im Zusammenhang mit dem Auftreten bestimmter Wetterphänomene verändert.

LYSTER und BISHOP (1965, 1970) fanden in Australien 320 Tage nach dem Beginn der Regenzeit signifikant mehr Jungen als Mädchen unter den Geburten sowie eine erniedrigte Sexratio bei den Geburten, die 320 Tage nach Beginn der Dürrezeit stattfanden. Die Beobachtungen legen nahe, daß genau jene Schwangerschaften durch Regenfälle und Dürrezeiten berührt werden, die ca. 6-10 Wochen nach Beginn der Wetterveränderungen eintraten. Wenn die Zunahme der sekundären Sexratio 320 Tage nach Beginn der Regenfälle durch eine erhöhte primäre Sexratio infolge eines Ansteigens der Menge oder Effektivität der Y-Spermatozoen verursacht sein sollte, könnte die Verzögerung von 6-10 Wochen die benötigte Zeit für die Veränderung der Spermatozoen von ihrer Entstehung bis zum Erscheinen im Ejakulat widerspiegeln.

Nach Überlegungen von LYSTER (1974) hat auch der Härtegrad des Trinkwassers wie auch der Inhalt an Spurenelementen Einfluß auf die Sexratio. Es war ihm gelungen zu zeigen, daß der Genuß von besonders weichem Regenwasser 320 Tage später deutliche Veränderungen in der Sexratio der Geborenen verursachte. In den australischen Gebieten von Brisbane, Queensland, gibt es typischerweise ausgeprägte Dürre- und Regenzeiten, und im Juli 1965 führten heftige Regenfälle inmitten der Dürreperiode zu einer durch Trinkwasseranalysen belegten Veränderung in Form eines Anstiegs der Konzentration an Kalzium, Magnesium und Chlorid.

Die Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser erfolgt überwiegend aus dem Brisbane Fluß, der zu diesem Zeitpunkt weite Gebiete überflutete. Die Durchsicht der Geburtenregister der örtlichen Krankenhäuser zeigte exakt 320 Tage nach dem Flutereignis eine äußerst deutliche Verminderung der Sexratio auf einen Wert von 54,2.

Eine weitere Beobachtung aus dem Bereich der Meteorologie sei noch angeführt: HICKEY (1973) berichtet von Anzeichen, nach denen die sekundäre Sexratio durch den Stickstoffgehalt der Luft beeinflusst wird, der zur Zeit der Spermatogenese herrscht.

Unklar bleibt, ob, wie schon LISTER und BISHOP (1965) annahmen, die Androspermatozoen partiell diätetischen Einflüssen während der frühen postmeiotischen Zeitabschnitte und damit ca. sieben Wochen vor ihrem Erscheinen im Ejakulat unterliegen. Smog, Luftstickstoffgehalt, plötzlicher Entzug von Nährstoffen im Wasser und pH-Wert-Veränderung wirken eventuell in dieser Weise.

4.15. Schwankungen der Sexratio: Geographische Besonderheiten

Unerklärliche Schwankungen der Sexratio registrierten WALBY et al. 1981 in Irland. Während vergleichsweise in Schottland, England und Wales die Sexratio jahrelang in der Nähe des Erwartungswertes von ca. 106 lag, zeigt sich 1978 in der gesamten Republik Irland eine ungewöhnlich niedrige Sexratio von 103,8. Besonders tiefe Werte gab es in der Provinz Ulster (100,5) sowie in Nordirland (100,7). Erklärungen für die nur Irland betreffende Schwankung im Geschlechterverhältnis konnten bisher nicht gegeben werden.

4.16. Berufsspezifische Wirkungen auf das Geschlechterverhältnis der Nachkommen: A n a e s t h e s i s t e n

Aufgrund verschiedener Berichte, die Hinweise auf erhöhte Raten von Aborten, Totgeburten und fetalen Mißbildungen bei Anaesthetistinnen erhielten, wurden weitere mögliche Effekte auf die Sex-

ratio durch prolongierte Inhalation von Anaesthetika vermutet. (KNILL-JONES et al., 1972; COHEN et al., 1971; ASKROG et al., 1970)

Eine Hypothese dabei war, Anaesthesisten könnten mehr Töchter als Söhne zeugen. WYATT und WILSON (1973) starteten deshalb unter allen registrierten Anaesthesisten der Region Sheffield, England, eine Fragebogenaktion, wobei 87 Personen befragt werden konnten. Diese Auswertung bestätigte die aufgestellte Hypothese, da sich bei den insgesamt 157 Nachkommen der Anaesthesisten ein Geschlechterverhältnis von 76,1 ergab. Der Vergleich dieses Ergebnisses mit den Werten der Gesamtbevölkerung der Region Sheffield, von England und von Wales (Sexratio 106) ergab eine Abweichung mit einer Signifikanz auf dem 5%-Niveau ($p < 0,05$).

4.17. Berufsspezifische Wirkungen auf das Geschlechterverhältnis der Nachkommen: T a u c h e r

Eine Abweichung der Sexratio vom Erwartungswert stellte LYSTER (1982) bei den Kinder von Tiefseetauchern an der Südostküste Australiens fest. Diese Taucher halten sich bei der Suche nach Abalonen, einer Schneckenart, durchschnittlich 20 Stunden pro Woche in einer Wassertiefe von 10-25 Metern auf. Die Sexratio der Nachkommenschaft lag mit 52,9 auffallend niedrig. Im Vergleich zur Sexratio der Nachkommenschaft der australischen Gesamtbevölkerung ergab sich im χ^2 -Test eine Signifikanz mit $p < 0,001$.

5. SCHLUBBETRACHTUNG

Die in Pilotenkreisen weit verbreitete Meinung, die Sexratio in der Nachkommenschaft von Piloten sei zugunsten der Mädchen verändert, ist durch keine der hier vorliegenden Untersuchungen zurückzuweisen. Im Gegenteil weisen alle verfügbaren Daten (trotz teilweise geringer Differenziertheit bei nicht sehr hoher Signifikanz von durchschnittlich 10%) auf einen deutlichen Trend zu Mädchengeburten hin.

Zunächst stellte SNYDER vor allem bei den Piloten, die 2-3 Monate vor der Konzeption ihrer Kinder in Hochleistungskampfflugzeugen geflogen waren, einen deutlich vermehrten weiblichen Nachwuchs fest.

GOERRES sagt zwar, es gebe keinen Einfluß des Fliegens auf die Sexratio; die differenzierte Betrachtung seiner Daten zeigt jedoch ebenfalls eine deutliche, teilweise sogar auf dem 1%-Niveau signifikante Abweichung der Sexratio vom Normalwert im Sinne vermehrter Mädchengeburten.

Auch die Untersuchung des Verfassers unter Piloten der Royal Air Force erbrachte Anzeichen dafür, daß die Sexratio in der Nachkommenschaft besonders von Hochleistungskampfflugzeugpiloten niedriger liegt als bei anderen Piloten und in der Normalbevölkerung. Es wurden zwar keine sehr hohen Signifikanzniveaus erreicht, trotz der geringen Differenziertheit der Daten war aber ein deutlicher Trend zu mehr Mädchengeburten zu beobachten.

6. LITERATURVERZEICHNIS

- Agger, P.; Johnson, S.G.: Quantitative Evaluation of Testicular Biopsies in Varicocele, in: Fertil. and Steril., 29, 1978, S. 52-57
- Alberman, E.; Creasy, M.R.: Factors affecting chromosome abnormalities in human conceptions, in: Chromosome Variation in Human Evolution, ed. by A.J. Boyce, London, 1975, S. 83
- Allan, T.M., ABO Blood Groups and Sex Ratio at Birth, in: Brit. Med. J., 2, 1972, S. 528
- Askrog, V.; Harvald, B.: Teratogene Effekte von Inhalations-anaesthetika (Übers. d. Verf.), in: Nordisk Medicin, 83, 1970, S. 498
- Baker, W.K.; von Halle, E.E.: Oxygen physiological effect upon drosophila sperm, in: Proc. Nat. Acad. Sci., 39, 1953, S. 152-161
- Bernoulli, Chr., Handbuch der Populationsstatistik, Ulm, 1971
- Bochkov, N.P.; Kostrova, A.A.: Sex ratio among human embryos and newborns in a Russian population, in: Humangenetik, 17, 1973, S. 1973
- Broer, J.H.; Kaiser, R.: Die Sexratio - Variationen und Steuerungschancen, in: Sexualmedizin 7, 1978, S.562-569

Butler, N.R.; Alberman, E.D.: Perinatal Problems,
Edinburgh, 1969

Carr, D.H.: Chromosome and Abortion, in: Harris, H.;
Hirschhorn, K. (Hrsgb.): Advances in human genetics,
2, 1971, S. 201-257

Ciocco, A.: Variation in the sex ratio at birth in the U.S., in:
Human Biology 10, 1938, S. 36-64

Cohen, B.H.; Glass, B.: The ABO blood group and the sex
ratio, in: Human Biology, 28, 1956, S. 20-42

Cohen, M.R.: Differentiation of sex as determined by
ovulation timing, in: Int. J. Fertil., 12, 1967,
32-38

Cohen, E.N.; Bellville, J.W.; Brown, B.W.jr.: Anesthesia,
pregnancy and miscarriage; a study of operating room
nurses and anesthesists, in: Anaesthesiology, 35,
1971, S. 343-347

Colombo, B.: On the Sex Ratio in Man, in: Cold Spring Harbour
Symp. quant. Biol. 22, 1957, S. 193

Crew, F.A.E.: The factors which determine sex, in: Marshall's
Physiology of Reproduction, 3rd edn, 2, London, 1952,
S. 741

Darwin, Charles R.: The descent of man and selection in
relation to sex, John Murray (Verl.), London, 1871

Dhenin, G. (Hrsgb.): Aviation Medicine, London, 1978

Doherty, C.C.: A study on the effect of flying on the menstrual function, in: Air Surgeon's Bull. 2, 1945, S. 216-217

Drew, J.S. et al.: Hepatitis B virus and Sex Ratio of Offspring, Science 201, 1978, S. 687-691

Düsing, G.: Das Geschlechterverhältnis der Geburten in Preußen, in: Staatswiss. Studien, 3, 1890, Heft 6

Erickson, J.D.: The secondary sex ratio in the United States 1969-1971: association with race, parental ages, birth order, paternal education and legitimacy, in: Annals of Human Genetics, 40, 1976, S. 205-212

Fechheimer, N.S.; Beatty R.A.: Chromosome abnormalities and sex ratio in rabbit blastocysts, in: J. Reprod. Fert., 37, 1974, S. 331

Filser, J.: Warum steigt die Sexualproportion in Kriegs- und unmittelbaren Nachkriegsjahren? in: Allgemein. Stat. Arch., 40, 1956, S. 251

v. Fircks, A., in: Zeitschrift des Königl. Preuß. Bureaus, 29, 1889, S. 200

Garfinkel J.; Selvin, S.: A multivariate analysis of the relationships between parental age and birth order and the human secondary sex ratio, in: J. biosoc. Sci., 8, 1976, S. 113

- Gloria-Bottini, F., et al.: Sex Ratio in Man: an Analysis of the Relationships with the ABO Blood Groups and Placental Alkaline Phosphatase Phenotype, in: Hum. Heredity, 29, 1979, S. 143-146
- Goerres, H.P.; Gerbert, K.: Sex Ratio in Offspring of Pilots: A contribution to Stress Research, in: Aviation, Space and Environmental Medicine, Aug. 1976, S. 889-892
- Golovacev, G.D.: Sex ratio after artificial abortion, in: Akush. Ginekol., Mosk., 12, 1976, S. 40-43
- Graunt, J.: Natural and political observations, London, 1661
- Gruenagel, H.H., et al.: Klinische und funktionelle Ergebnisse nach 275 Varikozelen-Operationen, in: Deutsches Ärzteblatt, 40, 1984, S. 2881-2888
- Guerrero, R.: Sex ratio: a statistical association with the type and time of insemination in the menstrual cycle, in: Int. J. Fertil., 15, 1970, S. 221-225
- Guerrero, R.: Association of the type and time of insemination within the menstrual cycle with the human sex ratio at birth, in: New Engl. J. Med., 291, 1974, S. 1056-1059
- Hahn, E.W.; Hays, R.L.: Modification of the secondary sex ratio in the albino rat by progesterone and oestrogen therapy, in: J. Reprod. Fertil., 6. 1963, S. 409-411
- Hatzold, O.: X oder Y?, in: Sexualmedizin 2, 1973, S. 430
- Henning, W., in: Journal of Agricultural Research, 58, 1934, S. 565

Hickey, R.J. et al.: Smoking, birth-weight, development and pollution, in: Lancet, 1, 1973, S. 270

Hienz, H.A.: Die zellkernmorphologische Geschlechtserkennung in Theorie und Praxis, Heidelberg, 1959

Hirszfeld, L., Zborowski, H.: Über die Grundlagen des serologischen Zusammenlebens zwischen Mutter und Frucht, in: Klinische Wochenschrift, 5, 1926, S. 741-744

Hoffmann, F.; Kawiani, D.: Die jahreszeitlichen Schwankungen der Geburten- und der Konzeptionsraten im Wandel zweier Jahrhunderte, in: Geburtsh. u. Frauenheilk., 36, 1976, S. 780

Hoffmann, F.: Die jahreszeitlichen Schwankungen der Häufigkeit von Mehrlingskonzeptionen im Wandel zweier Jahrhunderte, in: Geburtsh. u. Frauenheilk., 38, 1978, S. 125

Hoffmann, F.: Die jahreszeitlichen Schwankungen der Sexratio Neugeborener und ihre Beeinflussung durch stark erniedrigte Geburtenraten, in: Geburtsh. u. Frauenheilk., 39, 1979, S. 24

Hyttén, F.E.; Leitch, J.: The Physiology of Human Pregnancy, 2nd ed. Oxford, 1971

Hyttén, F.E.: Boys and girls, in: Brit. J. Obst. Gyn., 89, 1982, S. 97-99

Imaiumi, Y.; Murata, M.: The secondary sex ratio, paternal age, maternal age and birth order in Japan, in: Ann. Hum. Gen., 42, 1979, S. 457

James, W.H.: The incidence of spontaneous abortion, in: Popul. Stud., 24, 1970, S. 241

- James, W.H.: Cycle day of insemination, coital rate, and sex rate,
in: Lancet, 1, 1971, S. 112-114
- James, W.H.: Gonadotrophin and Sex Ratio, in: Lancet, 2, 1980, S.430
- Kaji, T.: Chromosom anomalies in induced abortions. Collog u. Chromo-
somal errors in relation to reproductive failure, in:
Proceedings, Paris, 1973, S. 57-66
- Kaufman, M.H.: Analysis of the first cleavage division to determine
the sex ratio and incidence of chromosome anomalies at
conception in the mouse, in: J. Repröd.Fert., 35, 1973, S. 67
- King, H.D.: Seasonal variations in fertility and in sex ratio of
mammals with special reference to rat, in: Arch. f. Entwick-
lungsmech. d. Org., 112, 1927, S. 61-111
- Kleegman, S.J.: Therapeutic donor insemination, in: Fertil. Steril.,
5, 1954, S. 7-31
- Knill-Jones, R.P., et al.: Anaesthetic practice and pregnancy.
Controlled survey of women anaesthesists in the United Kingdom,
in: Lancet, 1, 1972, S. 1326-1328
- Lawrence, P.S.: The sex ratio, fertility and ancestral longevity,
in: Quart. Rev. of Biol., 16, 1941, S. 35-79
- Leonhardt, H.: Histologie, Zytologie und Mikroanatomie des Menschen,
6. Aufl., Stuttgart, New York, 1981
- Lowe, C.R., McKeown, T.: The sex ratio of human births related to
maternal age, in: Brit. J. Soc. Med., 4, 1950, S. 75-85

Ludwig, W.; Boost, C.: Süßmilch als erster biologischer Statistiker,
in: Z. Naturw. 94, 1940, S. 1, S. 37

Ludwig, W.; Boost, C.: Die Abhängigkeit des menschlichen Geschlechterverhältnisses von Erb- und Umwelteinflüssen, insbesondere vom Kriege, in: Klin. Wochenschr., 22, 1943, S. 189

Lyster, W.R.; Bishop, M.: An association between rainfall and sex ratio in man, in: J. Reprod. Fertil., 10, 1965, S. 35-47

Lyster, W.R.: Sex ratio in the Australian capital territory, in: Hum. Biol., 42, 1970, S. 670

Lyster, W.R.: Three patterns of seasonability in american birth, in: Am. J. Obstet. Gynecol., 110, 1971, S. 1025

Lyster, W.R.: Fecundity and infantile cancer, in: Lancet, 2, 1973, S. 267-268

Lyster, W.R.: Altered sex ratio after the London smog of 1952 and the Brisbane flood of 1965, in: J. Obstet. Gynecol. Brit. Comm., 81, 1974, S. 626-631

Lyster, W.R.: Gonadotrophin and sex ratio, in: Lancet, 2, 1980, S. 648

Lyster, W.R.: Pollution and sex ratio of births, in: Med. J. Aust., August 1981, S. 151-152

Lyster, W.R.: Altered sex ratio in children of divers, in: Lancet, July 17, 1982, S. 152

- McFarland, R.A.: Psycho-physiological studies at high altitude in the Andes. Part I. The effects of rapid ascents by aeroplane and train, in: J. Comparative Psychology, 23, 1937, S. 191
- Mac Mahon, B., Pugh, T.F.: Influence of birth order and maternal age on the human sex ratio at birth, in: Brit. J. Prevent. Soc. Med., 7, 1953, S. 83
- Mac Mahon, B., Pugh, T.F.: Sex ratio of white births in the United States during the second world war, in: Am. J. Hum. Genet., 6, 1954, S. 284
- Maier, W.: Die jahreszeitlichen Schwankungen der Sexratio Neugeborener und ihre Beeinflussung durch stark erniedrigte Geburtenraten, in: Geburtsh. und Frauenheilk., 40, 1980, S. 344-348
- Mathews, B.H.C.: Human limitations in flight: effects of stresses due to accelerations or rapid change of motion and those due to high flying, in: Nature, 153, 1944, S. 698-702
- Mauss, J.: Zu welchem Zeitpunkt nach der Ejakulation kann in der Praxis die Motilität der Spermien bestimmt werden? in: Z. Haut- u. Geschl.Kr., 44, 1969, S. 867-871
- Mikamo, K.: Female preponderance in the sex ratio during early interuterine development - a sex chromatin study, in: Jap. J. Hum. Genet. 13, 1969, S. 272
- Milham, S. jr.: Pituitary gonadotrophin and dizygotic twinning, in: Lancet, 2, 1964, S. 566
- Milham, S. jr.: Race, season, gonadotrophin and sex ratio, in: Lancet, 2, 1980, 1032-1035
- Moghissi, F.N. et al.: Cyclic changes of cervical mucus related to the time of ovulation, in: Am.J. Obstet. Gynecol., 125, 1976, S. 1044

- Myers, R.J.: The effect of age of mother and birth order on the sex ratio at birth, in: Milbank. Mem. Fund. Quart., 32, 1954, S. 275-281
- Novitzki, E.; Kimball, A.W.: Birth order, parental ages and sex of offspring, in: Am J. Hum. Genet., 10, 1958, S. 268
- Parker, G.: Season of birth in New South Wales, in: Med.J. Aust., 2, 1978, S. 563
- Parkes, A.S.: Studies on the sex ratio and related phenomena, in: Z. indukt. Abstammungs- u. Vererbungslehre, 40, 1926, S. 121
- Pfaundler, M.: Studien über Früh Tod, Geschlechtsverhältnis und Selektion; zur intrauterinen Absterbeordnung, in: Z. Kinderhk. 57, 1935 - 1936, S. 185-227
- Potashnik, G. et al.: Sex ratio of births resulting from artificial insemination, in: Brit. J. Obstet. Gynaecol., 90, 1983, S. 587
- Prinzing, F.: Handbuch der medizinischen Statistik, I, Jena, 1930
- Rauber, A.: Der Überschuß der Knabengeburt und seine biologische Bedeutung, Leipzig, 1900
- Richardson, D.W.: Artificial insemination in the human, in: Modern Trends in Human Genetics, 2, London, 1975, S. 404
- Roberts, A.M.: The origins of fluctuations in the human sex ratio, in: J. biosoc. Sci., 10, 1978, S. 169-182
- Robertson, J.S.; Sheard, A.V.: Altered sex ratio after an outbreak of hepatitis, in: Lancet, March 10, 1973, S. 532

- Rorvik, D.M.; Shettles, L.B.: Choose your baby's sex,
New York, 1977
- Rostron, J., James, W.H., Maternal age, parity, social class and
sex ratio, in: Ann. Hum. Genet., 41, 1977, S. 205
- Rubin, E.: The Sexratio at Birth, Am. Statistician 21, 1967, S. 45
- deRudder, B.: Knabengeburt und Krieg, in: Dtsch. Med. Wochenschr.,
75, 1950, S. 313
- Russel, W.T.: Statistical study of the sex ratio at birth, in:
J. Hyg., 36, 1936, S. 381
- Sanghvi, L.D.: ABO blood groups and sex ratio at birth in man, in:
Nature, 168, 1951, S. 1077
- Sas, M.; Szöllösi, J.: Sex ratio of children of fathers with
spermatic disorders following hormone therapy, in:
Orvosi Hetilap, 121, 1980, S. 2807-2808
- Sasaki, M. et al.: A chromosome survey of induced abortuses in
a Japanese population, in: Chromosoma, 20, 1967, S. 267-283
- Scragg, R.K.R. et al.: Pollution and sex ratio of births, in:
Med. J. Aust., 2, 1977, S. 68
- Segúy, B.: Method of natural and voluntary selection of the sexes,
in: J. Gyn. Obstet. Biol. Reprod., 4, 1975, S. 145-149
- Sharp, G.R., in: Dhenin, G. (Hrsgb.): Aviation Medicine, London, 1978
- Shettles, L.B.: Nuclear morphology of human spermatozoa, in:
Nature, 186, 1960, S. 648-649

- Shettles, L.B.: Factors influencing sex ratios, in:
Int. J. Obstet. Gynec., 8, 1970, S. 643-647
- Shettles, L.B.: Samenmorphologie, Zervikales Milieu, Zeitpunkt der
Insemination und Geschlechtsverhältnisse, in: Andrologia, 5,
1973, S. 227
- Siegel, P.W.: Bedeutung des Kohabitationstermines für die Befruch-
tungsfähigkeit der Frau und die Geschlechtsbildung des Kindes,
in: Münch. Med. Wochenschr., 1916, S. 748-750
- Snyder, R.G.: The Sex Ratio of Offspring of Pilots of High Performance
Military Aircraft, in: Hum. Biol., 33, 1961, S. 1-10
- Sökeland, J.: Ursachen der Varikozele, in: Dtsch. Ärzteblatt, 40,
1984, S. 2884
- Stern, C.: Principles of human genetics, 3rd edn., San Francisco, 1973
- Strandkov, H.H.; Roth, J.A.: A comparison of rural and urban birth
sex ratios for the total, the white and the coloured U.S.
populations, in: Am. J. Phys. Anthropol., 7, 1949, S. 91
- Süßmilch, J.P.: Die göttliche Ordnung in den Veränderungen des mensch-
lichen Geschlechts, Berlin 1741
- Takahasi, E.: The effects of the age of the mother on the sex ratio
at birth in Japan, in: Ann. N.Y. Acad. Sci., 57, 1954, S. 531
- Teitelbaum, M.S.; Mantel, N.: Socioeconomic factors and the sex ratio
at birth, in: J. biosoc. Sci., 3, 1971a, S. 23
- Teitelbaum, M.S. et al.: Limited dependence of the human sex ratio on
birth order and parental ages, in: Am. J. Hum. Genet., 23, 1971b
S. 271

- Teitelbaum, M.S.: Factors associated with the sex ratio in human populations, in: The Structure of Human Populations, Oxford, 1972, S. 73
- Tricoli, V. et al.: The ratio of male to female embryos as determined by the sex chromatin, in: Am. J. Obstet. Gynecol., 79, 1960, S. 504
- Tschuprow, A.A.: Zur Frage des sinkenden Knabenüberschusses unter den ehelich geborenen, in: Bull. Inst. Int. Stat., 20, 1915, S. 378-492
- Unterberger, F.: Das Problem der willkürlichen Beeinflussung des Geschlechts beim Menschen, in: Dtsch. Med. Wochenschr., 8, 1930, S. 304
- Unterberger, F.: Geschlechtsbestimmung und Wasserstoffionenkonzentration, in: Dtsch. Med. Wochenschr., 58, 1932, S. 729-732
- Vear, C.: Preselective Sex Determination, in: Med. J. Aust., 2, 1977, S. 700-702
- Wagner, O.: Zur Frage der chromosomalen Geschlechtsbestimmung bei Frühaborten und Tubargraviditäten, in: Geburtsh. u. Frauenheilk., 86, 1958, S. 1460
- Walby, A.L. et al.: Unusual Sex Ratio of Births in Ireland in 1978, in: Lancet, Oct. 3, 1981, S. 760
- Winston, S.: Some factors related to differential sex ratios at birth, in: Hum. Biol., 4, 1932, S. 272
- Wyatt, R.; Wilson, A.M.: Children of Anaesthetists, in: Brit. Med. J., March 1973, S. 675

ERHEBUNGSBOGEN

über die Geschlechterverteilung bei Piloten-Kindern

- (1) Name: _____ PK: _____
- (2) Verband: _____
- (3) Gesamtflugzeit ca.: _____ Stunden; davon Jet: _____ Stunden
- (4) Mit der Fliegerei begonnen im Jahr: _____
- (5) 1000 Flugstunden wurden erreicht im Jahr: _____
2000 Flugstunden wurden erreicht im Jahr: _____
3000 Flugstunden wurden erreicht im Jahr: _____
4000 Flugstunden wurden erreicht im Jahr: _____
.... Flugstunden wurden erreicht im Jahr: _____
- (6) Geburtsjahr und Geschlecht ⁺ der Kinder:
- | | | | |
|-------|-------|---|---------|
| | Knabe | - | Mädchen |
| | Knabe | - | Mädchen |
| | Knabe | - | Mädchen |
| | Knabe | - | Mädchen |
| | Knabe | - | Mädchen |
| | Knabe | - | Mädchen |

⁺ Zutreffendes bitte unterstreichen und Nichtzutreffendes streichen!

LEBENS LAUF

26. März 1953 geboren als erstes Kind des Landwirtes Willi Müller und seiner Ehefrau Irmgard, geb. Gebauer, in Klein-Mimmelage, Landkreis Osnabrück
- 1959 - 1963 Besuch der Volksschule in Groß-Mimmelage
- 1963 - 1968 Besuch der Realschule Quakenbrück, Erwerb der Mittleren Reife
- 1968 - 1971 Ausbildung zum Chemielaboranten in den Farbfabriken BAYER AG, Leverkusen
- 1971 - 1974 Besuch des Jung-Stilling-Kollegs in Espelkamp, Erwerb der Allgemeinen Hochschulreife
- 1975 - 1981 Studium der Humanmedizin an der Westfälischen-Wilhelms-Universität in Münster
23. Juni 1981 Approbation als Arzt
- 1981 - 1982 Lehrtätigkeit an der Schule für Heilerziehungspflege und Diätassistenten in Quakenbrück in den Fächern Anatomie, Physiologie und Gesundheitslehre
- 1982 von April bis einschließlich Juli Assistenzarzt in der Abteilung für allgemeine und Gefäß- und Thoraxchirurgie im Pius-Hospital, Oldenburg i.O., Chefärzte Prof.Dr. Stunkat und Dr. Crone-Münzebrock
- 1982 - 1984 Soldat auf Zeit bei der Bundeswehr im Range eines Stabsarztes, November 1982 Einweisungslehrgang in die Flugmedizin am Flugmedizinischen Institut der Luftwaffe in Fürstenfeldbruck
4. Okt. 1982 Eheschließung mit Frau Evelin Goldbeck
- seit Juli 1984 Assistenzarzt in der gynäkologischen Abteilung des Kreiskrankenhauses Marienhöhe, Würselen, Chefarzt Dr. Puder

